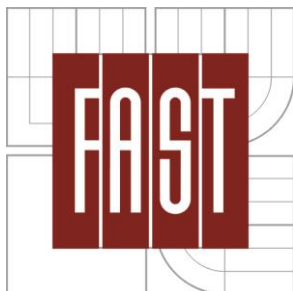


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA V SUPERMARKETU

AIR-CONDITIONING OF SUPERMARKET

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JANA VELÍSKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. OLGA RUBINOVÁ, PH.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jana Velísková
Název	Vzduchotechnika supermarketu
Vedoucí práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvou čárově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Tématem pro bakalářskou práci je návrh vzduchotechnických zařízení pro supermarket. Teoretická část práce se zabývá tématem Klimatizační systémy (vodní, vzduchové, kombinované) Praktická část práce se zabývá návrhem vzduchotechnických zařízení pro obchodní prostory supermarketu a zázemí pro zaměstnance. Zařízení jsou navržena, aby odpovídali hygienickým, provozním a bezpečnostním požadavkům.

PREFACE

The topic of this bachelor's thesis is the design of air conditioning equipment for a supermarket. The theoretical part of the thesis deals with the topic of air conditioning systems (water, air or the combination). The practical part of the thesis deals with the design of air conditioning equipment for supermarket stores and facilities for employees. The devices are designed to meet hygiene, operational and safety requirements.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, obchod, supermarket, klimatické systémy, zaměstnanci

KEY WORDS

Air conditioning, store, supermarket, air conditioning systems, employees

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Velísková Jana. *Vzduchotechnika v supermarketu*. Brno, 2021. 85 s. Vysoké učení technické v Brně – Fakulta stavební. Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubínová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

.....

Jana Velísková

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D za odbornou pomoc, věnovaný čas a přátelský přístup. Dále bych chtěla poděkovat svojí rodině a přátelům za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD.....	4
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	5
1.1 VZDUCHOVÉ SYSTÉMY	6
1.1.1 VZDUCHOVÉ SYSTÉMY ÚSTŘEDNÍ KLIMATIZACE	7
1.1.2 VZDUCHOVÉ SYSTÉMY ZÓNOVÉ KLIMATIZACE	7
1.1.3 VYSOKOTLAKÉ VZDUCHOVÉ SYSTÉMY	8
1.1.4 POSTUP PRO NÁVRH VZDUCHOVÉHO SYSTÉMU	9
1.2 VODNÍ SYSTÉMY	10
1.2.1 FAN-COIL (FAN – VENTILÁTOR, COIL- VÝMĚNÍK).....	11
1.2.2 NÁVRH VODNÍHO KLIMATIZAČNÍHO SYSTÉMU.....	12
1.3 KOMBINOVANÉ SYSTÉMY	13
PRINCIP INDUKCE.....	13
1.3.1 PODPARAPETNÍ SYSTÉMY	14
1.3.2 STROPNÍ TRÁMY	15
1.3.3 PODLAHOVÉ JEDNOTKY.....	16
1.3.4 CHLADÍCÍ STROPY	16
1.4 CHLADIVOVÉ SYSTÉMY	17
2 VÝPOČTOVÁ ČÁST	21
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	21
2.1.1 PARAMETRY VENKOVNÍHO VZDUCHU	21
2.1.2 ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA FUNKČNÍ CELKY	22
2.2 SKLADBY KONSTRUKCÍ A VÝPOČET SOUČinitele PROSTUPU TEPLA.....	23
2.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT.....	26
2.4 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE	27
2.5 STANOVENÍ PRŮTOKŮ VZDUCHU.....	31
2.6 TLAKOVÉ POMĚRY.....	32
2.7 NÁVRH DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ	33
2.7.1 VÍŘIVÉ VYÚSTKY	33
2.7.2 TALÍŘOVÉ VYÚSTKY	34
2.8 NÁVRH STĚNOVÉ MŘÍŽKY	36
2.9 NÁVRH STŘEŠNÍ HLAVICE.....	37
2.10 NÁVRH DODATEČNÉHO CHLAZENÍ PRO 1.ZAŘÍZENÍ.....	38
2.10.1 VÝPOČET.....	39
2.11 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	41
2.12 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	43
2.12.1 SUPERMARKET	43
2.12.2 ZÁZEMÍ PRO ZAMĚSTNANCE	46
2.13 ÚTLUM HLUKU	50

2.13.1	SUPERMARKET.....	50
2.13.2	ZÁZEMÍ PRO ZAMĚSTNANCE	55
2.13.3	PŘÍVOD VZDUCHU DO MÍSTNOSTÍ.....	56
2.13.4	PŘÍVOD VZDUCHU DO JEDNOTKY	57
2.13.5	ODVOD VZDUCHU Z JEDNOTKY	58
2.14	NÁVRH IZOLACE POTRUBÍ.....	59
3	VÝPOČTOVÁ ČÁST	61
3.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	61
3.1.1	ÚVOD	61
3.1.2	PODKLADY PRO NAVRHOVÁNÍ.....	61
3.1.3	VNITŘNÍ VÝPOČTOVÉ HODNOTY	62
3.1.4	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	62
3.1.5	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	63
3.1.6	NÁROKY NA ENERGII	63
3.1.7	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	63
	ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 1 - SUPERMARKET	63
	ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 2 – ZÁZEMÍ PRO ZAMĚSTNANCE	64
3.1.8	NÁROKY NA ENERGII	64
3.1.9	MĚŘENÍ REGULACE A PROTI-MRAZOVÁ OCHRANA	65
3.1.10	POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE.....	65
3.1.10.1	STAVBA.....	65
3.1.10.2	ELEKTRO	65
3.1.10.3	ZDRAVOTECHNIKA.....	65
3.1.10.4	CHLAZENÍ	66
3.1.10.5	VYTÁPĚNÍ.....	66
3.1.11	PROTIHLUKOVÁ A PROTI-OTŘESOVÁ OPATŘENÍ	66
3.1.12	IZOLACE A NÁTĚRY	66
3.1.13	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	66
3.1.14	MONTÁŽ, ÚDRŽBA PROVOZ A OBLOHA ZAŘÍZENÍ	66
3.2	SPECIFIKACE PRVKŮ	67
3.3	FUNKČNÍ SCHÉMATA	69
4	ZÁVĚR.....	71
5	POUŽITÉ ZDROJE	72
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	76
7	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	77
	PŘÍLOHY	79

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnického vybavení prostor supermarketu. Supermarkety jsou prostory s velkou koncentrací lidí během celého dne. Budova supermarketu je rozdělena na tři funkční celky – prodejní hala, zázemí pro zaměstnance a sklady. Tato bakalářská práce řeší jen dva z nich, a to pro prodejní halu a zázemí pro zaměstnance.

První kapitola se zabývá teorií systému klimatizace vzduchové, vodní a kombinované.

Druhá kapitola je výpočtová, jejímž výsledkem je návrh požadovaného interního mikroklimatu supermarketu a zázemí pro zaměstnance.

Poslední kapitola je projektová část a sestává se z technické zprávy a výkresové dokumentace zázemí supermarketu provedené ve studentské verzi programu Autocad.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Klimatizační systémy

Člověk většinu svého života stráví zavřený v budovách, a proto se klade při navrhování budov důraz na vnitřní prostředí. Základním kritériem pro klimatizaci budov je vytvoření vyhovující teplotné pohody a zajištění kvalitního vzduchu. Požadavky na prostory se liší podle využití daného prostoru. Klimatizace se stává nutností v budovách s velkým podílem zasklených ploch s vysokou teplotnou zátěží, v místnostech s vysokými nároky na pohodu prostředí. Nutná je také ve výrobních budovách z důvodu technologických procesů. Z toho vyplývají nároky na funkci klimatizace, jako jsou množství přívodu čerstvého vzduchu, odvod škodlivin, ohřev, chlazení a úprava vlhkosti vzduchu. Klimatizační systémy se dělí především podle látky, která zajišťuje přívod tepla nebo chladu do prostor. [4] [14]

Rozdělení systému podle teplotonosné látky

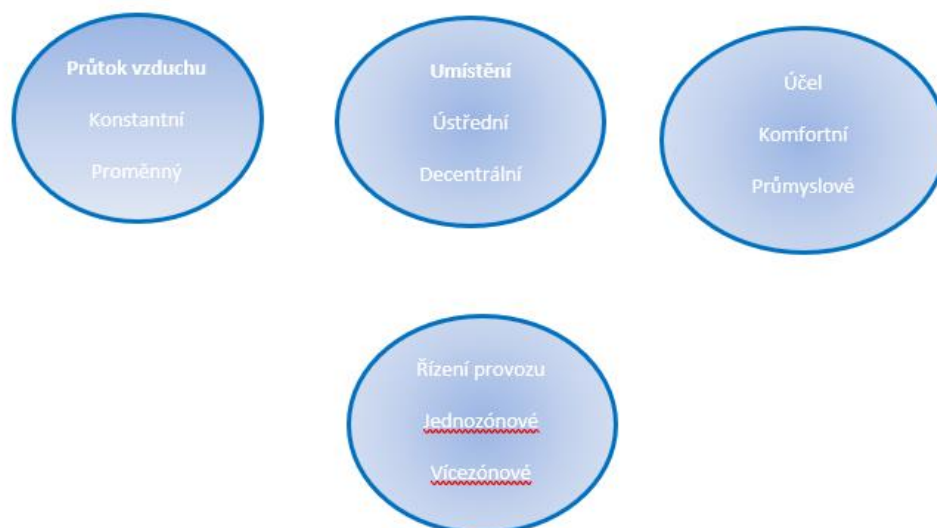
- Vzduchové (teplotonosná látka je vzduch)
- Vodní (teplotonosná látka je voda)
- Kombinované (teplotonosná látka je kombinace vody a vzduchu)
- Chladivové (teplotonosná látka je chladivo)

Rozhodující faktory pro výběr vhodného klimatizačního systému závisí na:

- Požadované úpravě vzduchu
- Účinnosti
- Délce potrubí a jejich trasování
- Požadavcích na větrání
- Hlučnosti
- Prostorové náročnosti
- Komfortu obsluhy
- Pořizovacích nákladech
- Servisu

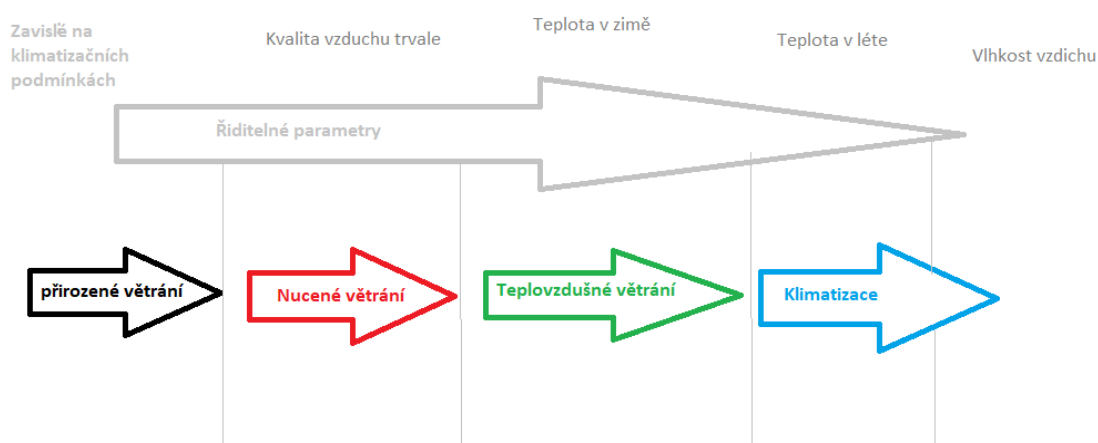
Prostory, kde všude můžeme klimatizaci použít

- Místnosti sloužící k pobytu nebo odpočinku osob (obytné místnosti, hotelové pokoje,)
- Pracovní místnosti (laboratoře, operační sály, prodejny,)
- Výrobní prostory (haly, sklady)
- Doprava (automobily, autobusy, lodě) [13] [14]



Obrázek 1: Kritéria pro navrhování klimatizačních zařízení

Návrh podle termodynamické úpravy vzduchu:



Obrázek 2: Návrh podle termodynamické úpravy vzduchu

1.1 Vzduchové systémy

Vzduchové systémy jsou klasická technická řešení. Veškerou funkci klimatizace zajišťuje upravený přiváděný vzduch do prostoru. Vzduch je upravován ve vzduchotechnické jednotce a veden pro pokrytí tepelných ztrát a zátěží vzduchovodem do místnosti. Vzduchovod je vždy zakončen výústí pro daný průtok vzduchu. [13] [14]

Vzduch se vyznačuje malou tepelnou kapacitou, proto jsou nutné k přenosu tepelné energie větší objemové průtoky. Vyplývá tedy z uvedené skutečnosti, že k zajištění vnitřního prostředí

jsou nutné větší výměny vzduchu v místnostech, s tím je spojená vyšší rychlost proudění vzduchu a také rozměrná potrubí.

Vzduchové systémy rozdělujeme

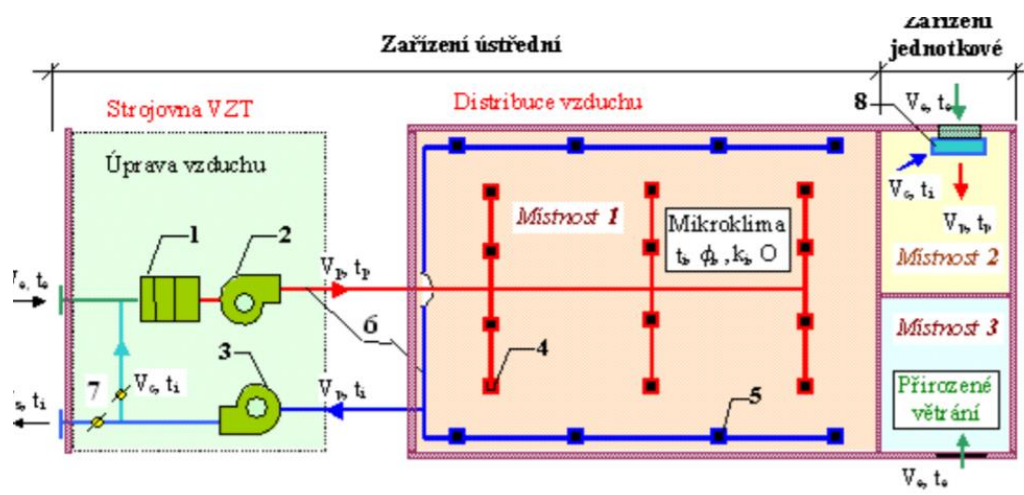
- Nízkotlaké (ústřední, zónové, jednotkové a speciální)
- Vysokotlaké (jednokanálové, dvoukanálové)

V této době se můžeme setkat převážně jen s nízkotlakými systémy z důvodu komfortu.

Výhodou vzduchotechnických systému je, že můžeme řešit kvalitu vnitřního vzduchu pomocí řízeného větrání, můžeme řídit po zónách nebo centrální mikroklima [1] [13] [14]

1.1.1 Vzduchové systémy ústřední klimatizace

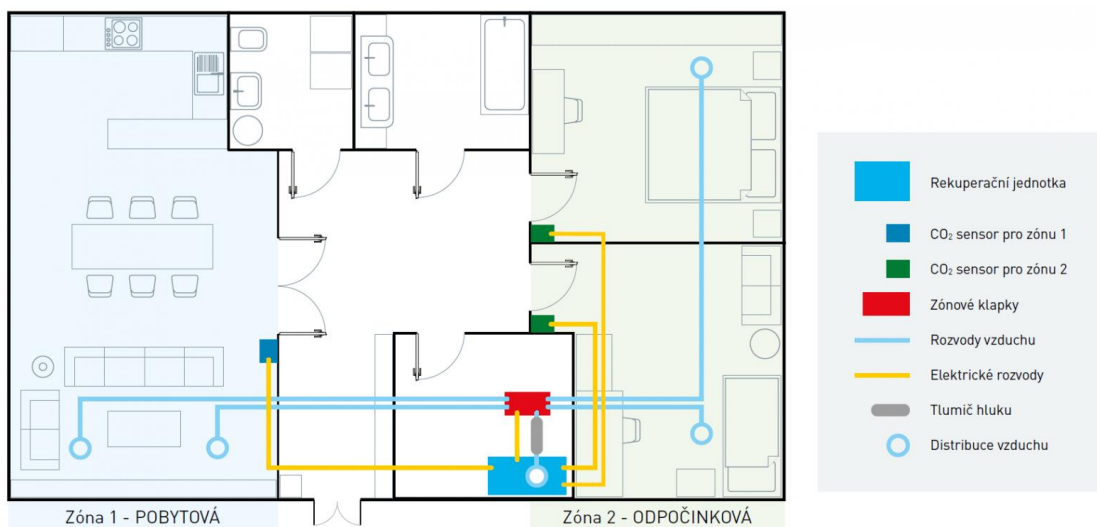
Úprava vzduchu probíhá ve strojovně pomocí vzduchotechnické jednotky. Velkoobjemové prostory, tj. kina, nákupní prostory. Jednotka obsahuje chladič, ohříváč, filtry a ventilátorové výměníky. Jednotka je navržena na přívodní a odvodní průtok vzduchu. Prvky v jednotkách jsou závislé na požadavku mikroklimatu místnosti.[1] [13]



Obrázek 3 :Systém ústřední klimatizace

1.1.2 Vzduchové systémy zónové klimatizace

Pro pokrytí tepelné zátěže je teplosnou látkou vzduch. Klimatizační jednotka je ve strojovně, ze které se vzduch rozvádí potrubím do všech místností. Základní úpravu vzduchu zajišťuje vzduchotechnická jednotka, která upraví přiváděný vzduch na mikroklima. Úpravu na požadovaný vzduch upraví doplňkové zařízení. Znehodnocený vzduch se z jednotlivých zón odvádí samostatným potrubím a před jeho výfukem dochází ke zpětnému získávání tepla v zimě z odváděného vzduchu. Tento systém je vhodný pro rozsáhlé budovy a provozy průmyslových objektů (obchodní centra, operační komplexy). [1] [22]



Obrázek 4: Systém zónové klimatizace

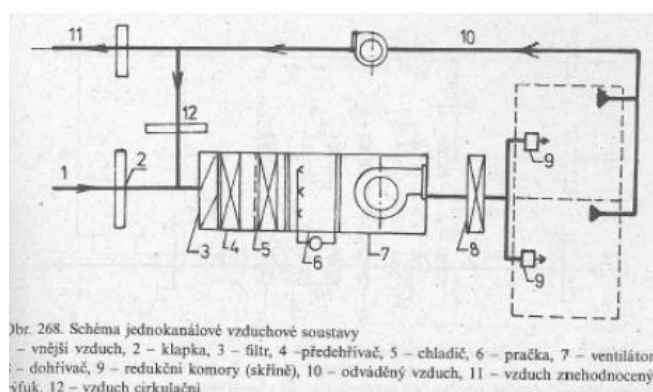
[9]

1.1.3 Vysokotlaké vzduchové systémy

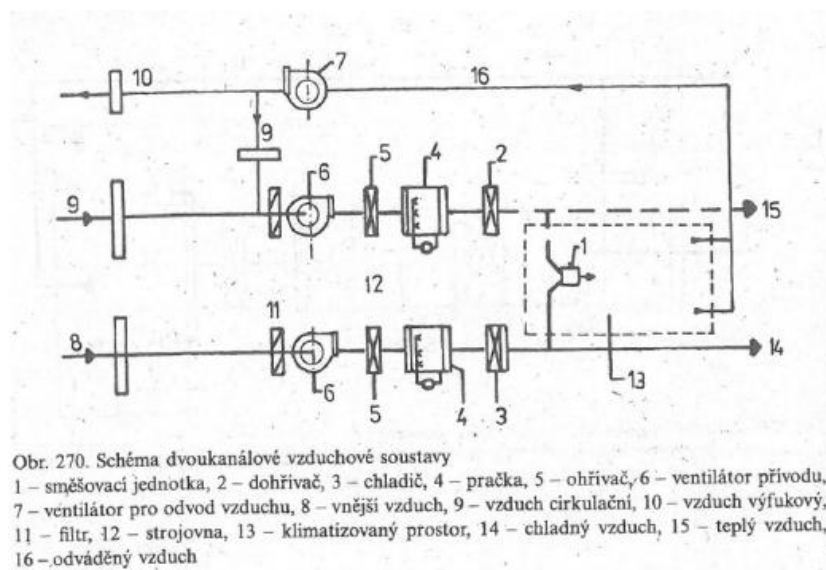
Systém, ve kterém zpravidla přesahuje rychlost vzduchu 12 m/s.

Dvoukanálový – princip tohoto systému je v přivádění vzduchu o rozdílných teplotách. Dopravuje se dvěma vzduchovody a smíšení se děje bezprostředně před jeho vstupem do prostoru v závislosti na tepelné bilanci prostoru.

Jednokanálový – klimatizační systém, v němž se upravený vzduch dopravuje do klimatizovaného prostoru jedním vzduchovodem. [13]



Obrázek 5: Jednokanálová vysokotlaká klimatizace



Obrázek 6: Dvoutrubková vysokotlaká klimatizace

1.1.4 Postup pro návrh vzduchového systému

- Výpočet tepelné bilance (extrémy zimních a letních teplot)
- Návrh průtoku vzduchu (počet osob)
- Máme tepelné ztráty pro výpočet výkonu ohřevu vzduchu v zimě a tepelné zátěže pro výkon chladiče v létě a jeho vlhčení.

Výpočet výkonu chladiče – neřízené odvlhčování

$$Q = V_p \cdot \rho (h_s - h_p) \quad (1.1)$$

V Průtok větracího vzduchu (m³/h)

ρ Hustota vzduchu (kg.m⁻³)

h_s entalpie ve směšovací komoře (kJ/kg)

h_p entalpie přiváděného vzduchu (kJ/kg)

Výkon zvlhčovače – Vzduchové ústřední

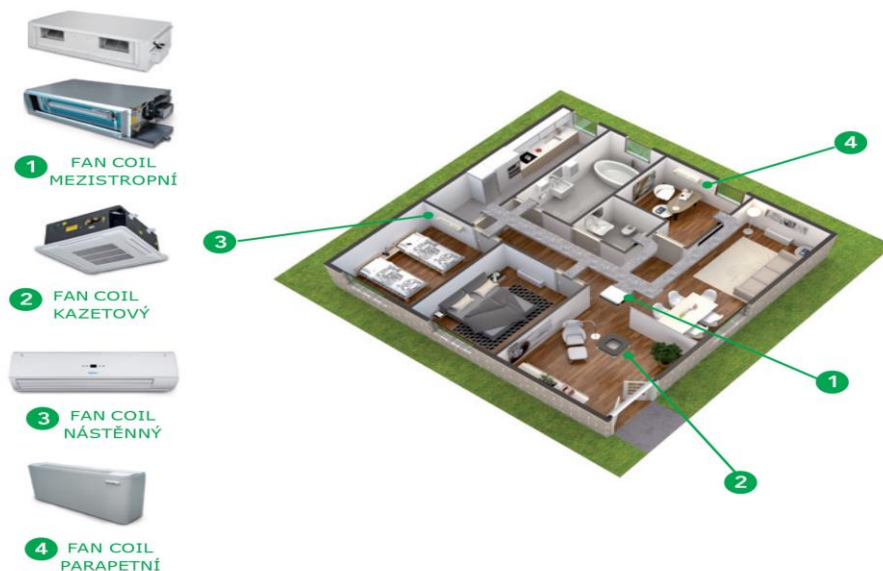
Výkon zvlhčovače

$$M = V_p \cdot \rho \cdot (x_p - x_s) \quad (1.2)$$

V_p	Průtok větracího vzduchu (m ³ /h)
ρ	Hustota vzduchu (kg.m ⁻³)
x_s	entropie ve směšovací komoře (kJ/kg)
x_p	entropie přiváděného vzduchu

1.2 Vodní systémy

Teplonosnou látkou u těchto systému je chladicí nebo topná voda. Typickými koncovými prvky vodních systému jsou vzduchové cirkulační jednotky s ohřevem či chlazením (Fan-Coil, chladicí stropy, podparapetní a podlahové jednotky). Významný faktor je jejich geometrie (jsou menší) a individuální (např. Místnosti v administrativní budově mají různé požadavky na mikroklima. Tyto systémy se používají do administrativních budov z důvodu individuálního návrhu. Různé geometrické podoby např. kanálové, kazetové, parapetní. Princip je cirkulačního oběhového vzduchu v dané místnosti dochází k nasávání vzduchu a opět transportován do stejné místnosti. Tento systém je často v kombinaci s nasáváním vzduchu z exteriéru nebo vzduchových systémem. [13] [14]



Obrázek 7: Rozmístění Fan-coilů

1.2.1 Fan-coil (FAN – VENTILÁTOR, COIL- VÝMĚNÍK)

Základní koncový prvek, jehož zdrojem pro pokrytí tepelné zátěže nebo ztráty je voda. Jedná se o jednotkové zařízení. Obsahuje ventilátor pro zajištění cirkulace oběhového vzduchu a dále obsahuje výměníky (chladič, ohřívač). Může jen topit, chladit nebo kombinovat obě varianty. Provádí se ve dvou možnostech, kdy je připojen na čerstvý venkovní vzduch nebo jen cirkuluje vzduchu z dané místnosti. Nevýhodou u těchto systému je akustický výkon ventilátorů, které jsou umístěny přímo v zařízení. Výhodou je univerzalita jednotek. [11] [13] [14]



Obrázek 8: Stropní Fan-coil



Obrázek 9: Proudění vzduchu Fan-coilů

Pod parapetní Fan-coily jsou vhodné do ložnic, dětských pokojů, nemocnic a hotelů. [11]



Obrázek 10: Podparapetní jednotka Fan-coilů

1.2.2 Návrh vodního klimatizačního systému

Provede se výpočet tepelné bilance místnosti. Určí se typ Fan-coilu a jeho tepelný spád. Jednotky se rozmístí po místnosti a navrhne se jejich počet. Jednotkové systémy se navrhují tak, aby byly schopné odvést citelnou složku tepla.

Teplná bilance pro roční období zima nebo léto

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) \quad (1.4)$$

V	Průtok větracího vzduchu (m ³ /h)
ρ	Hustota vzduchu (kg.m ⁻³)
c	Měrná kapacita (kJ/kg)
t _p	Teplota přiváděného vzduchu centrální VZT (°C)
t _i	Teplota vnitřního vzduchu (°C)

Výkon pro Fan-coily

$$Q_{FCU} = Q_z - Q_{VZT} \quad (1.5)$$

Q _z	Tepelná zátěž
----------------	---------------

Q_{VZT} Chladicí výkon VZT

Z katalogu vybereme Fan-coil s daným průtokem a určíme kolik bude mít jeden Fan-coil výkon chlazení.

Počet Fan-coilu

$$n = \frac{Q_L}{Q_{FCU1}} \quad (1.6)$$

Q_L Nutný výkon FCU v létě

Q_{FCU1} Chladicí výkon jendoho FCU

Poté se určí teplota přiváděného vzduchu v zimě.

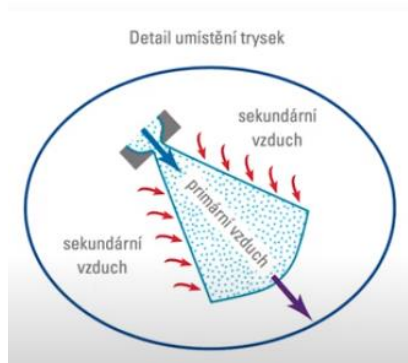
[15]

1.3 Kombinované systémy

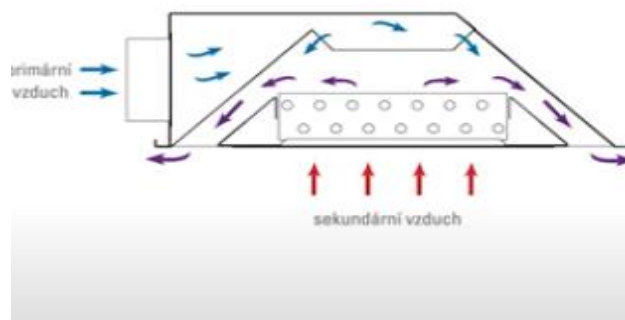
Indukční jednotka je koncovým prvkem klimatizace. Obsahuje výměník tepla a na rozdíl od Fan-coilu neobsahuje ventilátor a nádobu na kondenzátor. Zásadní výhodou je, že nemá akustický výkon jako Fan-coil. Nevýhoda jednotky spočívá v tom, že pokud není přítomen primární vzduch tak zařízení netopí ani nechladí. [15] [14] [13]

Princip indukce

Aktivní chladicí trámce jsou napojeny na rozvod externího upraveného vzduchu – primární vzduchu. Primární vzduch je podkladem protlačen tryskami, za kterými je ejekčním účinkem strháván a nasáván sekundární vzduch místnosti. Toto nasávání sekundárního vzduchu z místnosti probíhá přes tepelný výměník, kde je vzduch ochlazován nebo ohříván. Uvnitř jednotky dochází ke smíšení sekundárního a primárního vzduchu, který je pak distribuován do místnosti. [16]



Obrázek 11: Děj v indukční jednotce

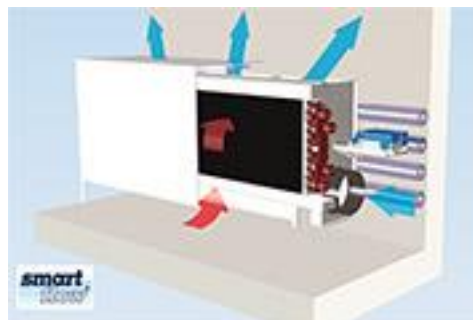


Obrázek 12: Stropní indukční jednotka

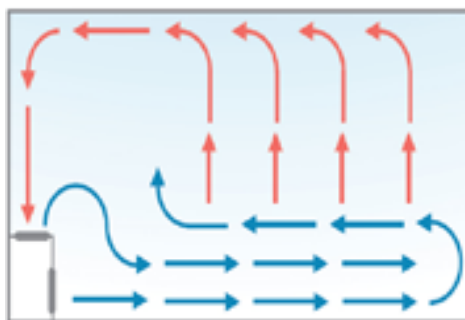
Chladicí medium – voda je ochlazována v chilleru. Chiler je zařízení podobné ledničce. Ochlazená voda je roznášena čerpadly do výměníků.

1.3.1 Podparapetní systémy

Mohou být zapuštěny do podlahy i s kondenzační vanou. [5]



Obrázek 13: Podparapetní indukční jednotka



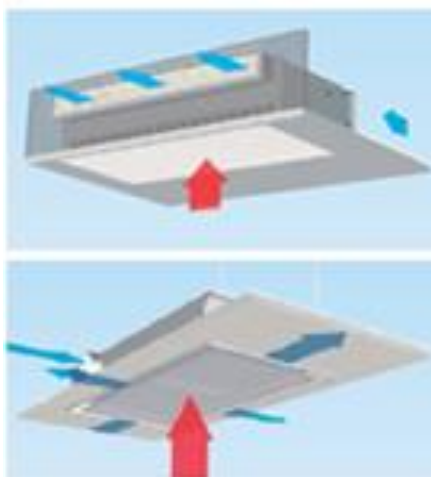
Obrázek 14: Proudění vzduchu v parapetní jednotce

1.3.2 Stropní trámy

Sálavý topný systém je závislý na primárním vzduchu. Nesmí docházet k mokrému chlazení z důvodu toho, že se v jednotce nenachází nádoba na kondenzát. Musí se provést dobrý systém regulace vzduchu. Vyrábějí se v různých designových provedení. [16] [18]



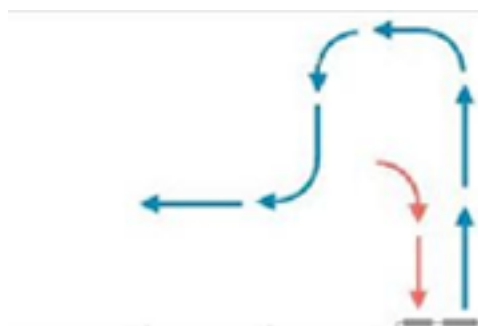
Obrázek 15: Stropní trámy



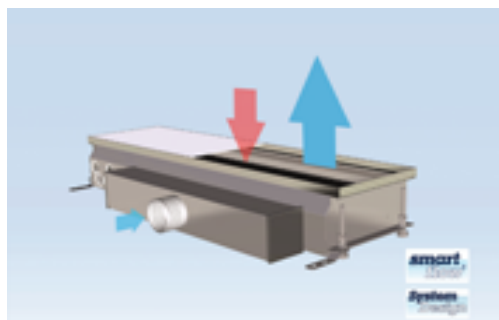
Obrázek 16: proudění vzduchu ve stropní jednotce

1.3.3 Podlahové jednotky

Ideální do prostorů s prosklenou fasádou. Provádí se v různých délkách a šířkách. Pod mřížkou je umístěna část pro ventily a oddělená část s výměníkem a tryskami. [19]



Obrázek 17 podlahové proudění vzduchu v indukční jednotce

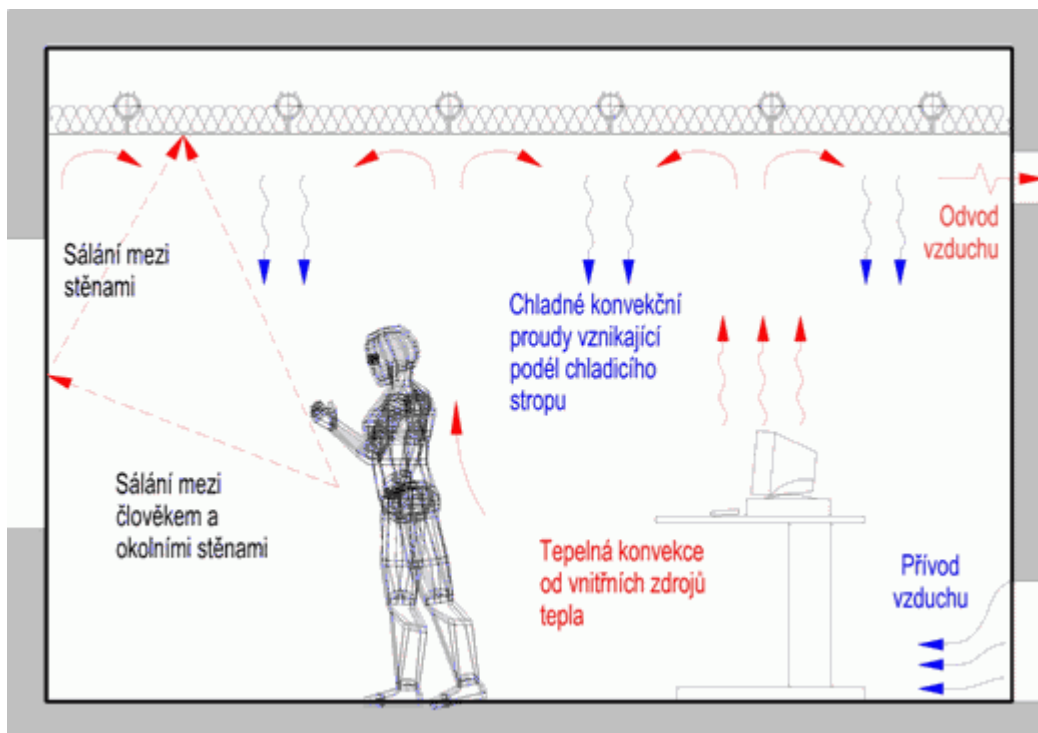


Obrázek 18: Podlahová indukční jednotka

1.3.4 Chladicí stropy

Podle konstrukce je možné rozdělit chladicí stropy na masivní a lehké. Masivní chladicí stropy jsou tvořeny potrubním systémem vloženým do betonové stropní konstrukce. Lehké chladicí stropy bývají zavěšené pod betonovou deskou zpravidla v podhledu, nebo samostatně. Lehké chladicí stropy lze dále rozdělit na otevřené a uzavřené. Otevřené chladicí stropy jsou charakteristické svými otvory či mezerami, které umožňují proudění vzduchu až ke stropu prvkem.

Výhody tohoto systému jsou: Kvalita tepelného komfortu, nízká spotřeba energie, přívod minimálního množství čerstvého vzduchu, menší nároky na rozvody vzduchu, hlukové parametry, odpadá nebezpečí vzniku průvanu, "samoregulovatelnost" systému. Nevýhody tohoto systému jsou: investiční náklady, nebezpečí orosování, nelze jimi odvádět teplo vázané ve vodní páře, omezení výkonu.[3]



Obrázek 19: Chladící stropy-funkce

1.4 Chladivové systémy

Klimatizační systém k chlazení používá látky, které mají nízkou teplotu vypařování. Systém se skládá z vnitřní a venkovní jednotky. Vnitřní jednotka obsahuje výparník, expanzní ventil, filtr a ventilátor, vnější jednotka kompresor, kondenzátor a ventilátor. Typickou jednotkou je systém Split (dělený systém). Tyto systémy pracující pouze s oběhovým vzduchem tudíž nezajišťují větrání. Díky chladivu mají úspornější režim. Fungují na 3 principech chlazení, ohřívání nebo kombinace obou. Využití toho systému se uplatní v hotelech, administrativních budovách. Systémy chladivové se vyznačují dvoutrubkovým systémem (Interneter - střídač) a třítrubkovým (Herec - návrat tepla). [20][14] [13]

ČSN EN 14825 (143011) Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení, proto – Zkoušení a klasifikace za podmínek částečného zatížení a výpočet při sezonním nasazení.

Nominální podmínky – Definuje, jak efektivní je daný systém při nominálních podmínkách (nominální podmínky exteriéru: 35 °C – pro chlazení, 7 °C pro vytápění.

Sezonní podmínky – Definuje, jak efektivní je daný systém pracující při podmínkách celé chladicí sezony.

[17]

Externí klimatizační jednotka

Její hlavní rysem je výkon. Musí zajistit normální fungování všech vnitřních jednotek. Obsahuje kompresor a tepelný výměník, kterým odevzdává teplo do venkovního prostoru.

Vnitřní klimatizační jednotka

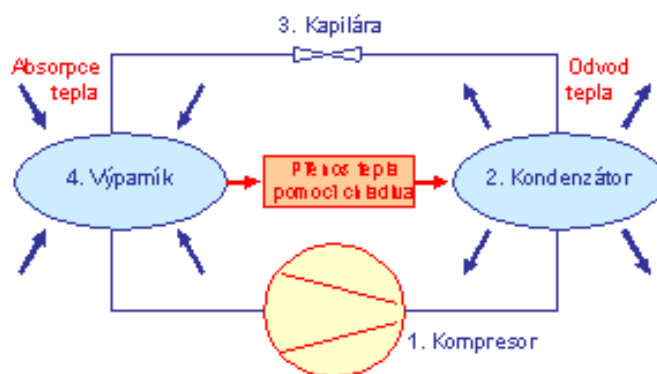
Klade se důraz na estetické parametry, výkon.

Typy, které lze použít: připevněné na zdi, kazeta, parapetní, designová. Obsahuje výparník, kterým odebírá teplo z místnosti.

Nevýhody systému jsou vysoká cena a nemožnost současného provozu klimatizačního zařízení v různých režimech. [20]

Základem klimatizačního zařízení je kompresorový chladicí okruh, ve kterém dochází ke změně stavu chladiva z kapalného skupenství na plynné a naopak. Chladicí cyklus v klimatizačním zařízení je v principu stejný jako chladicí okruh v chladničce.

- Kompresor stlačí chladivo v plynném skupenství.
- Kondenzátoru dochází ke zkapalnění chladiva. Uvolněné teplo se odvádí do venkovního prostoru.
- Zkapalněné chladivo se přivádí do výparníku přes kapiláru čímž se sníží jeho tlak.
- Ve výparníku dochází k odpařování chladiva a tím také k odebírání tepla z klimatizovaného prostoru [21]



Obrázek 20: Zapojení chladivového systému

Split = dělená klimatizace 1:1

Dělená klimatizace se skládá z jedné venkovní a jedné vnitřní jednotky, propojené mezi sebou rozvodem chladiva. Jak jsme již předeslali, jedná se dnes o nejčastěji používaný typ klimatizace.

Multisplit = dělená klimatizace 2:1, 3:1, 4:1,...

Obdoba Split systému, jen s tím rozdílem, že na jednu společnou venkovní jednotku je připojeno více vnitřních jednotek. Výhodou je menší "ozdoba" na fasádě nebo balkoně objektu a možnost navíc menších rozměrů venkovní jednotky oproti použití standardní jednotky 1:1. [10]



Obrázek 21: Split systém



Obrázek 22: Multi-split systém

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 Analýza objektu

Předmětem projektu je jednopodlažní budova supermarketu v Uherském Hradišti. Nachází se zde obchod s odpovídajícím zázemím, sklady a prostory pro zaměstnance.

Jedná se o železobetonový skelet vyplněný pálenými tvárniciemi Porotherm. Stropní konstrukcí tvoří železobetonová deska. Objekt je zastřešen plochou střechou.

Tato práce se zabývá návrhem vzduchotechnických jednotek pro prodejní halu a zázemí pro zaměstnance, kde se nachází šatny s hygienickými zařízeními pro zaměstnance, kancelář a společná místnost.

2.1.1 Parametry venkovního vzduchu

Místo:	Uherské Hradiště
Nadmořská výška:	179 m. n. m
Výpočtová teplota:	léto +35 °C / zima -17,9 °C
Entalpie vzduchu:	léto 70,4 kJ/kg s.v.

Tabulka A.3.29- Uherské hradiště

(vztažná nadmořská výška 221 m; průměrný tlak vzduchu 99,0 kPa)

	teplé období roku			chladné období roku	
	99,60 %	99 %	98 %	0,40 %	1 %
percentil (procento výskytu)					
Teplota venkovního vzduchu (°C)	35	33,8	32,5	-17,9	-16
Entalpie venkovního vzduchu (kJ/kg s.v.)	70,4	67,5	65,1	-	-
Absolutní extrémy	maximum			minimum	
Teplota venkovního vzduchu (°C)	37,3			-24,6	
entalpie venkovního vzduchu (kJ/kg s.v.)	80,6			-23,9	

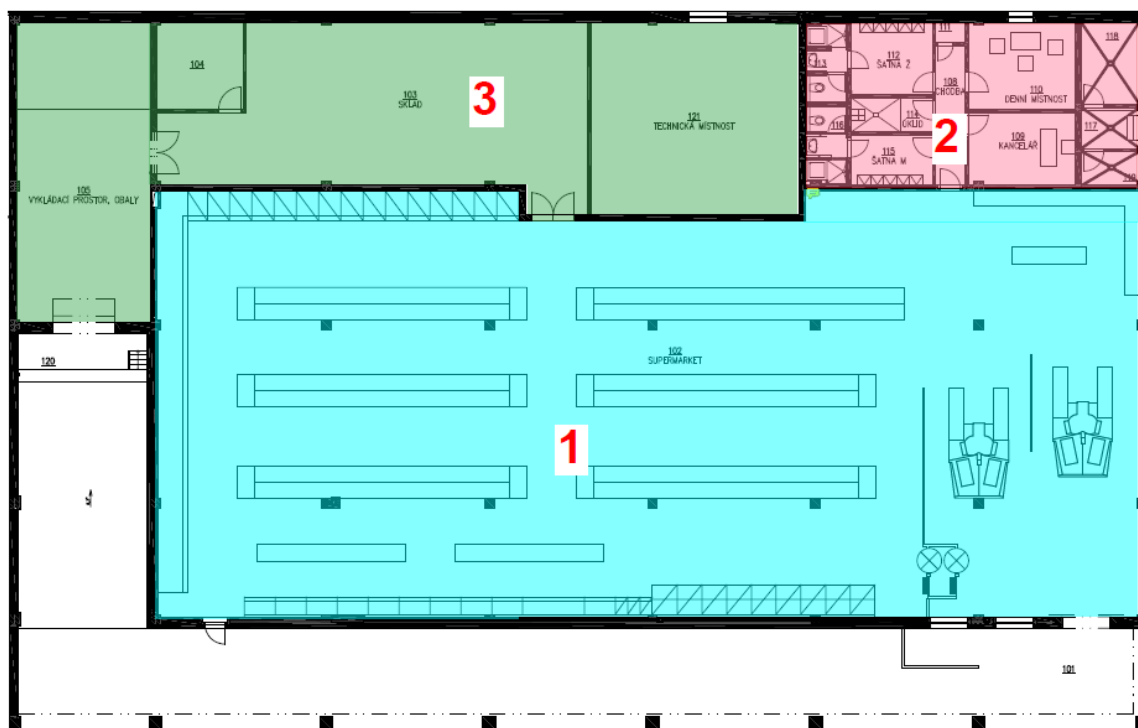
2.1.2 Rozdělení objektu na funkční celky

Objekt je rozdělen na 3 funkční celky, dle provozních požadavků

Zařízení č.1- Supermarket

Zařízení č.2 -Zázemí pro zaměstnance

Zařízení č.3 – Sklady



Obrázek 23: Rozdělení objektu na zóny

1 - Klimatizace

2 - Klimatizace

3 - neřeší se

2.2 Skladby konstrukcí a výpočet součinitele prostupu tepla

Stanovení odporu při prostupu tepla

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad (1.7)$$

kde

R_i odpor při prostupu tepla i-tou vrstvou [m²K/W]

λ_i součinitel tepelné vodivosti i-té vrstvy [W/mK]

d_i tloušťka i-té vrstvy [m]

Celkové stanovení odporu

$$R = R_{si} + \sum_{i=1}^n R_i + R_{se} \quad (1.8)$$

kde

R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [m²K/W]

R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m²K/W]

Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R} \quad (1.9)$$

kde

U součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m²K]

Tabulka 1: Skladba podlahy

Materiál	d (m)	λ [Wm-1K-1]	R [m2KW-1]
Samonivelační anhydrid. potěr tl. 40 mm	0,04	1,2	0,033
Beton C16/20	0,05	0,63	0,072
PE folie tl. 0,2mm	0,002	0,35	5,71
EPS 150 S stabili.	0,06	0,035	1,17
Netkaná geotextilie	0,04	x	x
Folie z PVC	0,02	0,16	0,0125
Netkaná geotextilie	0,004	x	x
Beton C16/20	0,15	0,69	0,217
Σ			7,752

$$R_{se} = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si}=0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T=0,17+0+7,752= 7,92 \text{ m}^2\text{kw}^{-1} \quad (1.10)$$

$$U=1/7,92= 0,13 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (1.11)$$

Tabulka 2: Skladba stropní konstrukce

Materiál	d (m)	λ [Wm-1K-1]	R [m2KW-1]
Štěrkový zásyp	0,08	0,09	0,89
Drenážní vrstva	0,006	x	x
XPS polystyren	0,12	0,036	3,33
Drenážní vrstva	0,006	x	x
Hlavní hydroizolace	0,0023	0,21	0,011
Netkaná geotextilie	0,0013	x	x
XPS polystyren	0,08	0,036	2,22
Pojítná izolace	0,004	0,16	0,025
Lehnčený betin	0,1	0,14	0,714
Stropní konstrukce	0,25	0,69	0,36
Omítka	0,015	0,88	0,017
Σ			7,567

$$R_{si}=0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 0,04 + 0,1 + 7,567 = 7,707 \text{ m}^2\text{kw}^{-1} \quad (1.12)$$

$$U = 1/7,707 = 0,129 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,45 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (1.13)$$

Tabulka 3: Skladba vnější stěnové konstrukce

Materiál	d (m)	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² KW ⁻¹]
Vnější omítka	0,02	0,7	0,029
EPS 100	0,1	0,037	2,7
Porotherm 30 T Profi	0,3	0,2	1,5
Vnitřní omítka	0,015	0,88	0,017
Σ			4,246

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 0,13 + 0,04 + 4,246 = 4,416 \text{ m}^2\text{K/W} \quad (1.14)$$

$$U = 1/4,416 = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,30 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (1.15)$$

Tabulka 4: Skladba vnitřní stěny

Materiál	d (m)	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² KW ⁻¹]
Vnitřní omítka	0,015	0,88	0,017
Porotherm 24 T Profi	0,24	0,29	0,828
Vnitřní omítka	0,015	0,88	0,017
Σ			0,862

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 0,13 + 0,13 + 0,862 = 1,122 \text{ m}^2\text{K/W} \quad (1.16)$$

$$U = 1/1,122 = 0,89 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (1.17)$$

2.3 Výpočet tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu.

Tabulka 5: Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – Supermarket

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – Supermarket						
Popis	Ak	Uk	Ub	Uk+UB	e	Ak Uk*1
Obvodová stěna	142,96	0,23	0,02	0,25	1	35,65
Obvodová stěna	57,44	0,23	0,02	0,25	1	14,36
Okno1	2,25	1,3		1,3	1	2,925
Okno2	2,25	1,3		1,3	1	2,925
Dveře	4,2	1,3		1,3	1	5,46
Okno3	3	1,3		1,3	1	3,9
Okno4	6	1,3		1,3	1	7,8
Obvodová stěna	45,15	0,23	0,02	0,25	1	11,29
Střecha	683,7	0,13	0,02	0,15	1	102,56
						186,87 W/k

Tabulka 6: Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěných místností – Supermarket

Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěných místností – Supermarket				
Popis	Ak	Uk	fij	A.U.f
Stěna2	72,48	0,8	0	0
stěna3	21,78	0,8	0,4333	7,55
stěna4	11,4	0,8	-0,067	-0,611
Dveře1	2,1	3,5	0	0
Dveře2	3,78	0,39	-0,067	-0,099
				6,84W/k

Tabulka 7: Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – Supermarket

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – Supermarket						
Popis	Ak	Uk	U	Ukc	bu	Ak.Ukc.bw
Stěna	19,5	0,8	0,02	0,82	0,094	1,5
						1,5 W/k
Tepelné ztráty se zeminou – Supermarket						
Popis	Ak	Uk	Uegui	figk	Fgek	Htig
Podlaha na zemině	683,7	0,13	0,273	0,428	1	115,84W/k

Tabulka 8: Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – Denní místnosti

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – Denní místnosti						
Popis	Ak	Uk	Ub	Uk+Ub	e	Ak Uk*1
Obvodová stěna	12,96	0,23	0,02	0,25	1	3,24
Okno	1,5	1,3			1	1,95
Střecha	15,08	0,13	0,02	0,15	1	2,26
						7,45W/k

Tabulka 9: Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěných místností – Denní místnost

Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěných místností – Denní místnost					
Popis	Ak	Uk	fij	A.U.f	
Stěna2 - Chodba	10,5	0,8	0	0	
Stěna3 - Kancelář	12,96	0,8	0	0	
Dveře do chodby	2	3,5	0	0	
					0W/k

Tabulka 10: Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – Denní místnost

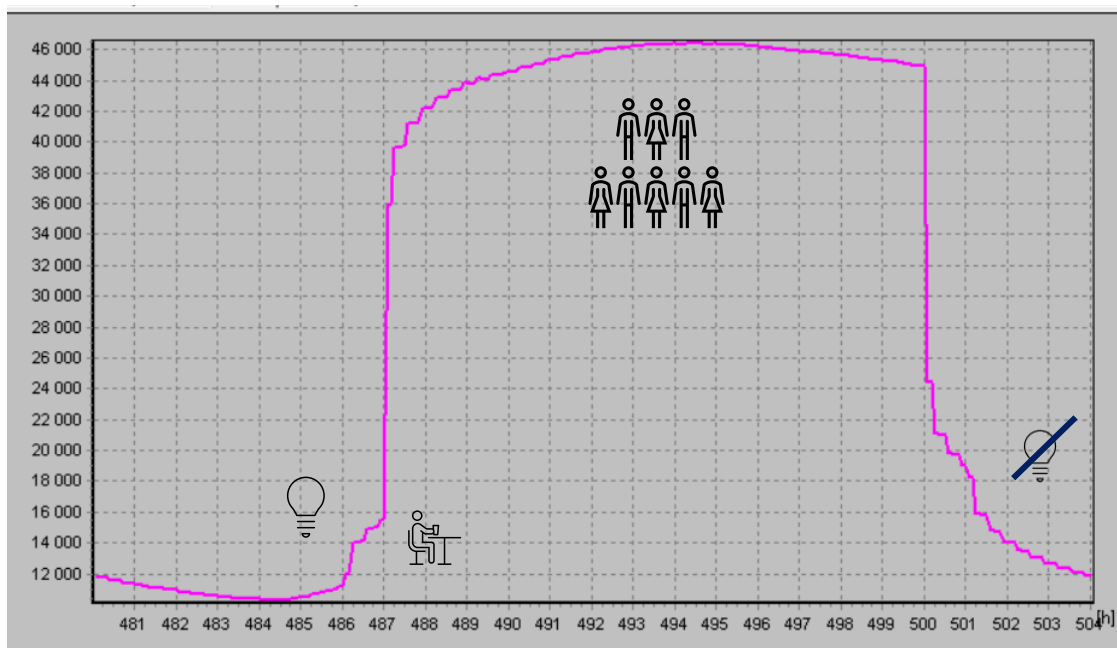
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – Denní místnost						
Popis	Ak	Uk	U	Ukc	bu	Ak.Ukc.bw
Stěna	10,5	0,8	0,02	0,82	0,094	0,81
						0,81
Teplené ztráty se zeminou						
Popis	Ak	Uk	Uegui	figk	Fgek	Htig
Podlaha na zemině	15,08	0,13	0,378	0,428	1	3,54W/k

Měrná ztráta supermarketu $H_{ti} = 309,38 \text{ W/k}$

2.4 Výpočet tepelné zátěže

Výpočet tepelné zátěže byl proveden v softwaru Teruna. U ostatních místností byla tepelná zátěž určena přibližně dle podlahové plochy a charakteru využití s použitím vypočtených hodnot.

SUPERMARKET



Obrázek 24: Tepelná zátěž pro supermarket

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300 s

Objem místnosti: 2048 m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení [1]: 6 - 21h, 6870W

Větrání[1]: 0 - 24h, 150m³/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 0 - 24h, 1000W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 7 - 20h, 75kg, počet osob: 150

Biologická produkce[2]: 6 - 21h, 75kg, počet osob: 1

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 14.67h: Citelné teplo Max= 69931.57W

21.7. 4.42h: Citelné teplo Min= 25453.13W

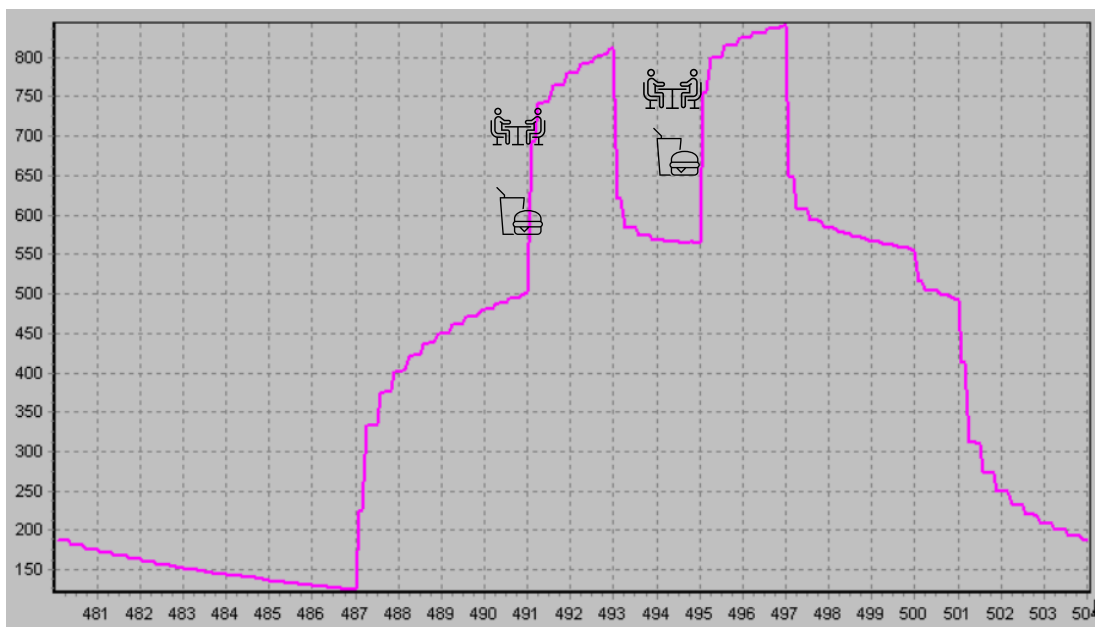
21.7. 14.67h: Vázané teplo=2305.98W Merna Tz = 0W/K

21.7. 14.67h: Potřeba chladu = 1199.24kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 1199.24kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh

DENNÍ MÍSTNOST



Obrázek 25: Teplená zátěž pro denní místnost

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti: 28.71m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 7 - 21h, 400W

Větrání[1]: 7 - 21h, 20m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 11 - 13h, 75kg, počet osob: 5

Biologická produkce[2]: 15 - 17h, 75kg, počet osob: 5

Biologická produkce[3]: 7 - 20h, 75kg, počet osob: 1

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21. 7. 16.92h: Citelné teplo Max= 840.22W

21. 7. 7h: Citelné teplo Min= 125.12W

21. 7. 16.92h: Vázané teplo=318.72W Merna Tz = 2.16W/K

21. 7. 16.92h: Potřeba chladu = 10.08kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 10.08kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh

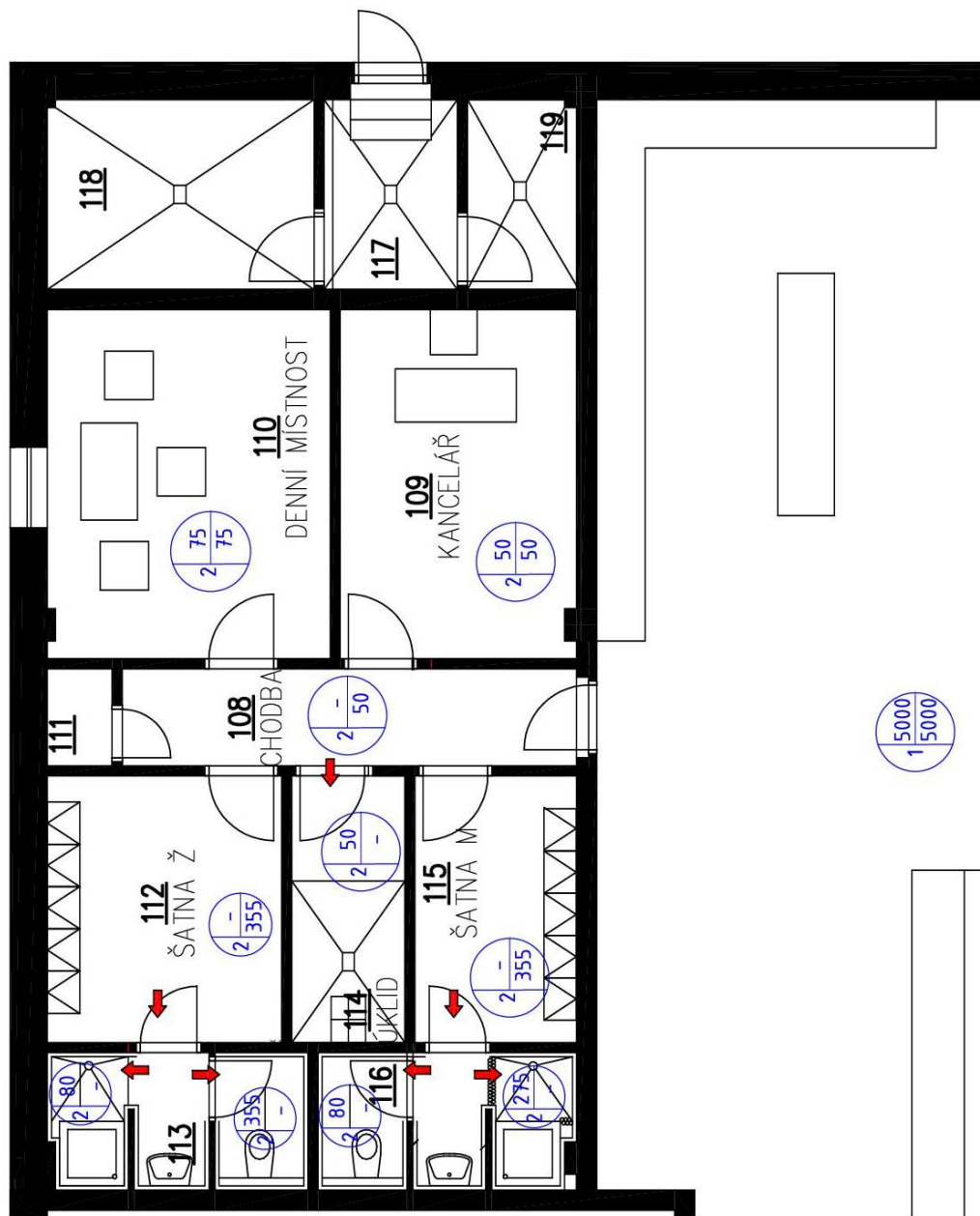
2.5 Stanovení průtoků vzduchu

č. místnosti	název	místnost						zadání				vnější okrajové podmínky						přívod				odvod	
		plocha (m ²)	objem (m ³)	počet osob	požadovaná výměna vzduchu	vzd./osoba zařizení (m ³ /h)	t (°C)	(%)	zima	M _{wm}	Q	hyg. Vzduch z výměny (m ³ /h)	hyg.vzd na spotřebu jednotku (m ³ /h)	vzd na krytí vod. zisků (m ³ /h)	vzd na krytí t. ztrát (m ³ /h)	čer. Vzduch (m ³ /h)	potřeba množství vzduchu (m ³ /h)	x _w g/kg	t _{in} = 17,5°C	t _{in} = 35°C	zima t (°C)	č. zařízení	odvod (m ³ /h)
1 Zařízení																							
102	supermarket	683,19	2049,57	160	2,1	50/20	25	55	20	35	17300	44000	8256	4304	5000	22000	2451,6	5000	5000	19	22	1	5000
2 Zařízení																							
109	kancelář	12,58	37,74	1	2	50	25	65	23	50	115	1200	75,48	25	594	29	594	50	50	17	25	2	50
110	dení místnosti	15,09	45,27	3	2	75	25	65	23	50	345	1600	90,54	75	792	29	792	75	75	17	25	2	75
112	šatna ženy	9,57	28,71	5	1	125	25	65	23	50	575	1800	167,2	125	891	140	890	125	355	17	25	2	
113	sprchy ženy	5,28	15,84	-	1	230	25	70	23	50	230	993	84,32	230	492	25	492	230			25	2	355
115	šatna muži	6,6	19,8	5	1	125	25	65	23	50	575	620	18	125	306	5,3	310	125	355	17	25	2	
116	sprchy muži	5,2	15,6	-	1	230	25	70	23	50	230	488	41,2	230	241	12	241	230			25	2	355
108	chodba	6,75	20,25	-			25	65	23	50											25	2	
114	uklid	4,62	13,86	-	1	50	25	70	23	50	115	242	12,6	50	119	3,7	119	50	50	17	25	2	50
111	ústředna	0,96	2,88	-			-																
117	přípojky	3,88	11,64	-			-																
118	přípojky	7,74	23,22	-			-																
119	přípojky	3,16	9,48	-			-																

Obrázek 26: Průtoky vzduchu

2.6 Tlakové poměry

V zařízení číslo 1 se objem přiváděného vzduchu rovná objemu odváděného. V zařízení číslo 2 jsou objemy navrženy v kombinaci rovnotlaku, přetlaku a podtlaku.



Obrázek 27: Tlakové poměry

2.7 Návrh distribučních elementů

2.7.1 Vířivé vyústky

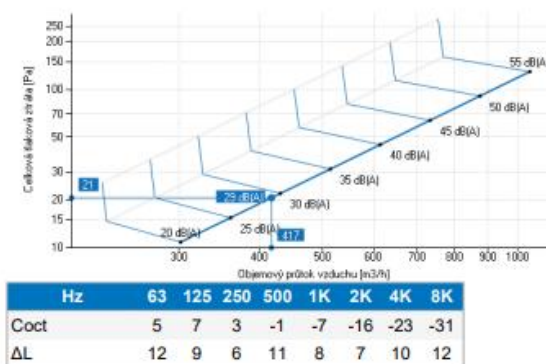
Pro návrh distribučních elementů do prostor supermarketu byly použity vířivé vyústky. Vířivé difuzory mají pevné lamely různých tvarů, přes které je zabezpečený rovnoměrný vířivý příchod vzduchu do pracovního prostoru. Lze použít pro odvod i přívod.[9]

Přívod vzduchu pro supermarket

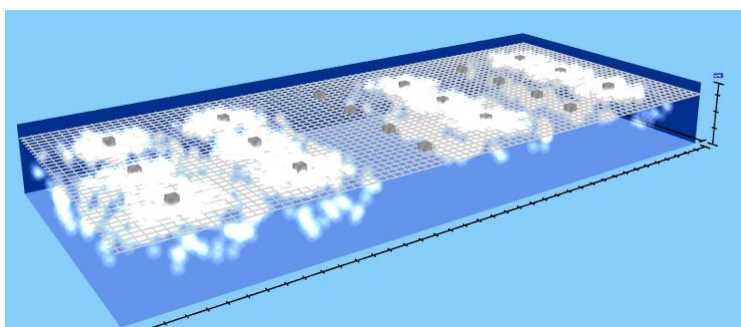
$$V_{pl} = \frac{V}{n} = \frac{5000}{12} = 417 \text{ m}^3/h \quad (1.18)$$

Odvod vzduchu pro supermarket

$$V_{pl} = \frac{V}{n} = \frac{5000}{8} = 625 \text{ m}^3/h \quad (1.19)$$



Obrázek 28. Vířivá výúst RS14-přívod



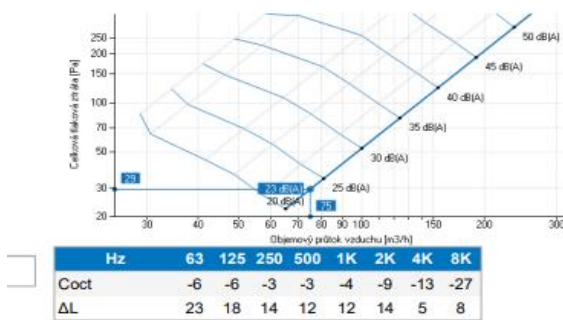
Obrázek 29: Funkce výustek přívodu -kouř



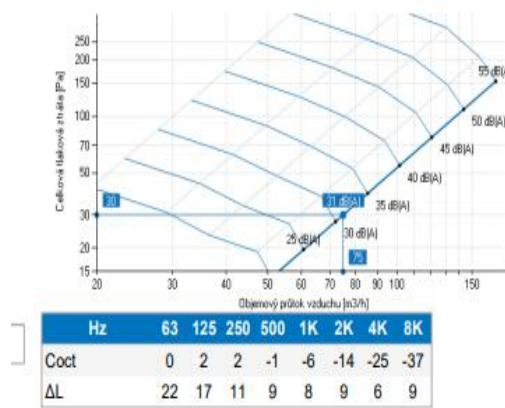
Obrázek 30: Viřivá výust' RS15-odvod

2.7.2 Talířové vyústky

Jsou navrhnuty pro druhé klimatizační zařízení. Talířové vyústky jsou vhodné pro distribuci vzduchu do hygienického zázemí. Ventil je tvořen vstupním kuželem a nastavitelným středovým diskem, který umožňuje regulaci průtoku vzduchu. Z důvodu různých odvodu a přívodu vzduchu z místnosti jsou navrhnuty různé velikosti. [7]



Obrázek 31: Talířová výustka KI-LINDAB -přívod



Obrázek 32: Talířová výustka KSU-LINDAB-odvod

Tabulka 11: Počet distribučních prvků

Zařízení 1								
Číslo místnost	Název místnosti	Označení	Název	Funkce	Průtok jednoho prvku (m3/h)	Tlaková ztráta (Pa)	Akustický výkon (dB)	Počet (ks)
102	Supermarket	RS14-H-S-2-250	Vířivá výust	přívod	417	21	29	
		RS15-R-E-250	Vířivá výust	odvod	625	49	39	8

Tabulka 12: Počet distribučních prvků pro zařízení číslo 2

Zařízení 2								
Číslo místnosti	Název místnosti	Označení	Název	Funkce	Průtok jednoho prvku (m ³ /h)	Tlaková ztráta (Pa)	Akustický výkon (dB)	Počet (ks)
108	Chodba	KI-100	Talířový ventil	Přívod	50	29	33	1
109	Kancelář	KI-100	Talířový ventil	Přívod	75	30	31	1
		KSU-100	Talířový ventil	Odvod	75	29	23	1
110	Denní místnost	KI-100	Talířový ventil	Přívod	75	30	31	1
		KSU-100	Talířový ventil	Odvod	75	29	23	1
112	Šatna žena	KI-200	Talířový ventil	Přívod	355	46	33	1
113	WC + sprchy	KSU-100	Talířový ventil	Odvod	34	25	21	1
		KSU-200	Talířový ventil	Odvod	275	59	29	1
114	Úklidová místnost	KI-100	Talířový ventil	Odvod	50	29	33	1
115	Šatna muži	KI-200	Talířový ventil	Přívod	355	46	33	1
116	WC + sprchy	KSU-100	Talířový ventil	Odvod	80	34	25	1
		KSU-200	Talířový ventil	Odvod	275	59	29	1

2.8 Návrh stěnové mřížky

Stěnové mřížky zajistí distribuci přiváděného vzduchu

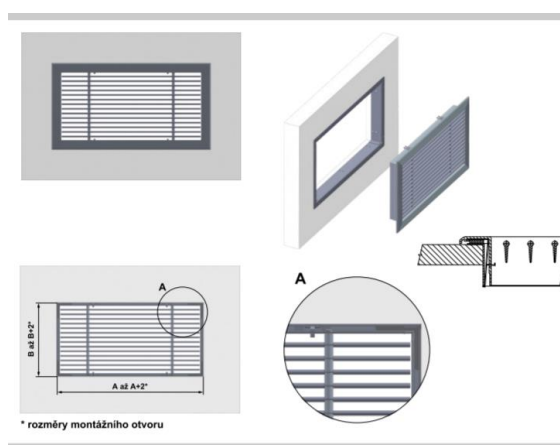
V [m³/h] objemový průtok vzduchu pro jednu mřížku

w_{ef} [m/s] efektivní rychlost

Δp_c [Pa] celková tlaková ztráta při = 1,2 kg/m

Mřížka mezi šatnou a hygienickým zařízením (červená) 200x200mm. Mřížka mezi chodbou a úklidovou místností (modrá) 225x75mm.[8]

Obrázek 33: Stěnová mřížka mezi místnostmi



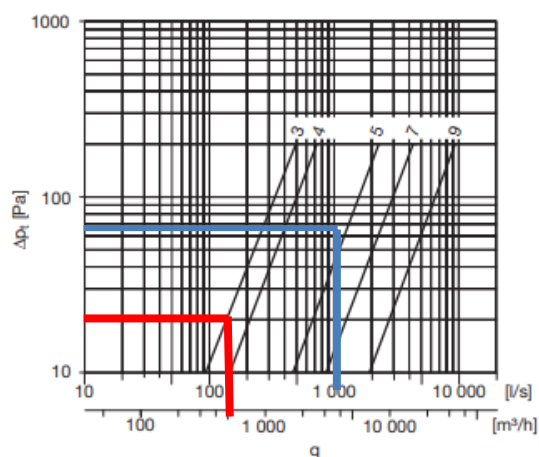
2.9 Návrh střešní hlavice

Pro venkovní vzduchu a odsávaný vzduch je navržena střešní hlavice typu HVR 5. Hlavice je čtyřhranná se zkosenou horní stranou. [18]

Tabulka 13: Návrh střešní hlavice

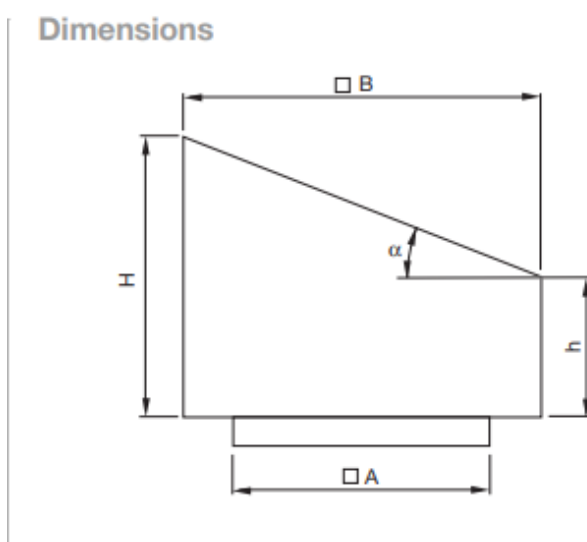
Size	A mm	B mm	h mm	H mm	m kg
3	400	450	150	410	6,40
4	500	550	205	525	9,90
5	600	750	300	735	17,0
7	800	1050	450	1060	34,3
9	1000	1350	575	1360	67,5

Technical data





Obrázek 34: Střešní hlavice od firmy Lindab



Obrázek 35: Geometrie střešní hlavice

2.10 Návrh dodatečného chlazení pro 1.zařízení

Tepelná zátěž místnosti je 44 kW. Do místnosti se přivádí 5000 m³/h čerstvého vzduchu. Navrh-
neme čtyřcestné kazetové jednotky Fan-coil. Jsou vybaveny čerpadlem pro odvod kondenzátu.

Výpočet chladícího výkonu vzduchotechniky

$$Q = V \cdot \rho \cdot C \cdot \Delta t \quad (1.20)$$

- V Průtok větracího vzduchu (m³/h)
- ρ Hustota vzduchu (kg.m⁻³)
- c Měrná kapacita (kJ/kg)
- t_p Teplota přiváděného vzduchu centrální VZT (°C)
- t_i Teplota vnitřního vzduchu (°C)

Výkon pro Fan-coily

$$Q_{FCU} = Q_z - Q_{VZT} \quad (1.21)$$

- Q_z Tepelná zátěž
- Q_{VZT} Chladicí výkon VZT

Z katalogu vybereme Fan-coil s daným průtokem a určíme kolik bude mít jeden Fan-coil výkon chlazení.

Počet Fan-coilu

$$n = \frac{Q_L}{Q_{FCU1}} \quad (1.22)$$

- Q_L Nutný výkon FCU v létě
- Q_{FCU1} Chladicí výkon jednoho FCU

Poté se určí teplota přiváděného vzduchu v zimě

2.10.1 Výpočet

$$Q = \frac{5000}{3600} \cdot 1300.7 = 12,6Kw \quad (1.23)$$

Výkon pro Fan-coily

$$44 - 12,6 = 31,4 \text{ kW} \quad (1.24)$$

Vybrali jsme z katalogu Fan-coil SR-1200C4 s průtokem vzduchu 1768 m³/h

$$Q = \frac{1768}{3600} \cdot (25 - 19) = 3,43 \text{ kW} \quad (1.25)$$

Počet jednotek

$$n = \frac{31,4}{3,43} = 9 \text{ ks} \quad (1.26)$$



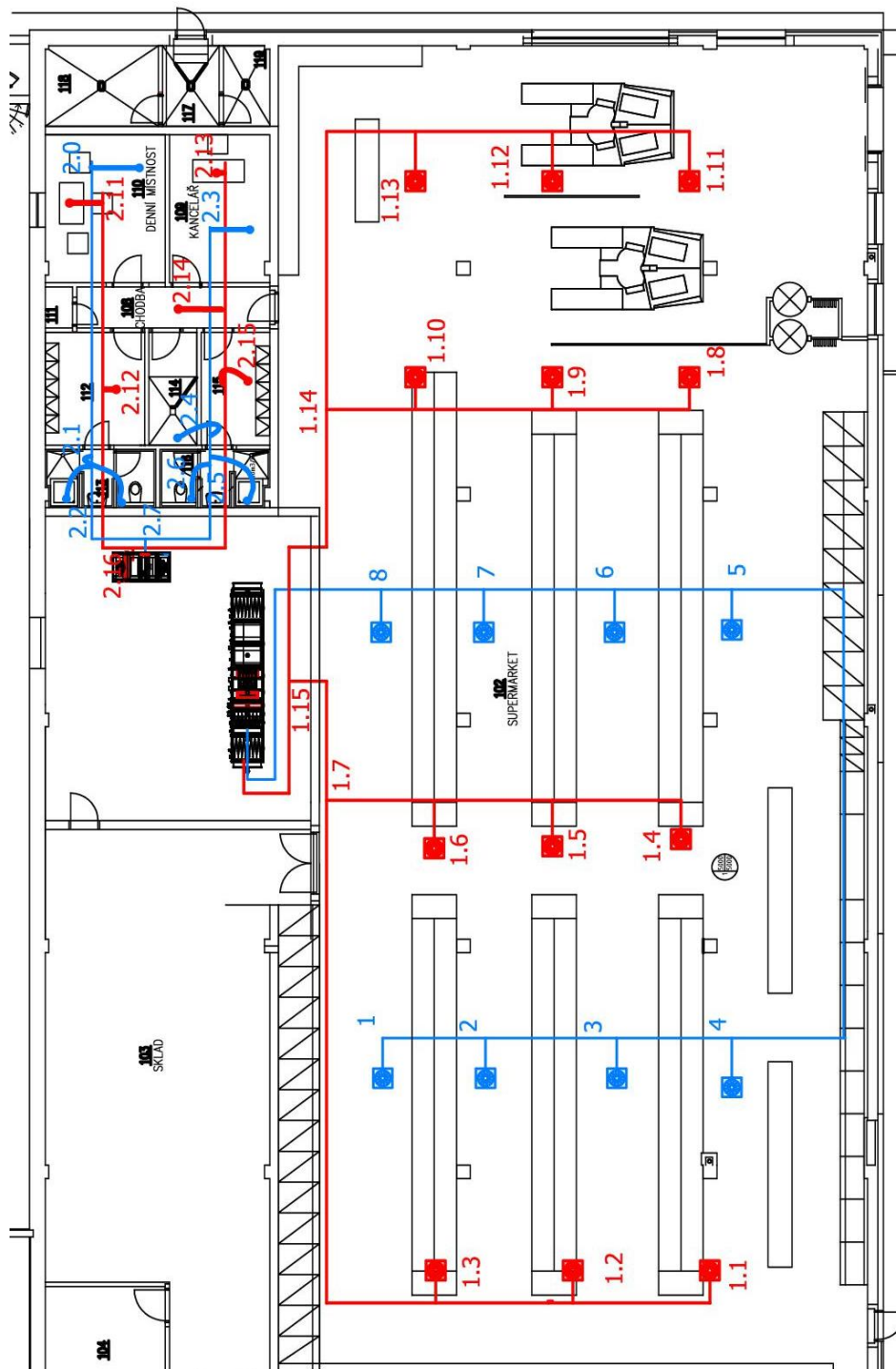
Obrázek 36: Stropní Fan-coil

<https://www.sinclair-solutions.com/cs/produkty/chillery-a-fan-coil-jednotky/ctyrcestnne-kazetove-jednotky-4-trubkove/>

Rozměry 840x300x840 mm

Tlaková ztráta 33,9 kPa

2.11 Dimenzování potrubí



Obrázek 37: Schéma na návrh potrubí

Tabulka 14 :Potrubí odvodní – supermarket

Z planu			Hodnoty												
Č.U	V		l	Předběžné			Skutečn-výpočtené						Tlaková ztráta		Poznámky
	m3/h	m3/s		w	S	d a*b	d	S	w	po	R	ξ	RI	Pdξ	
			m	m/s	m2	mm	mm	m2	m/s	Pa	Pa.m2		Pa	Pa	
1	625	0,174	3,02	2	0,087	280/280	280,00	0,078	2,21	2,930	0,252	0,6	0,76104	1,758	
2	1250	0,347	3,85	2,4	0,145	315/450	370,59	0,142	2,45	3,602	0,195	0,9	0,75075	3,241	
3	1875	0,521	3,36	2,8	0,186	355/560	434,54	0,199	2,62	4,119	0,182	0,9	0,61152	3,707	
4	2500	0,694	17,5	3,2	0,217	400/560	466,67	0,224	3,1	5,766	0,213	2,1	3,7275	12,109	
5	3125	0,868	3,5	3,6	0,241	400/630	489,32	0,252	3,44	7,100	0,28	0,9	0,98	6,390	
6	3750	1,042	3,8	4	0,261	400/630	489,32	0,252	4,13	10,234	0,361	0,9	1,3718	9,211	
7	4375	1,215	3,05	4,4	0,276	450/630	525,00	0,284	4,34	11,301	0,36	0,9	1,098	10,171	
8	5000	1,389	4,5	4,8	0,289	450/630	525,00	0,284	4,9	14,406	0,418	1,2	1,881	17,287	
													11,18161	63,874	
													75,056		
													49 PA	výust	
													10 PA	klapky	
													40 PA	Žaluzie	
													30 PA	Tlumič hluku	
													174 PA	výtlač	

Tabulka 15: Potrubí přívod – supermarket

Z planu			Hodnoty												
Č.U	V		l	Předběžné			Skutečn-výpočtené						Tlaková ztráta		Poznámky
	m3/h	m3/s		w	S	d a*b	d	S	w	po	R	ξ	RI	Pdξ	
			m	m/s	m2	mm	mm	m2	m/s	Pa	Pa.m2		Pa	Pa	
1,1	417	0,116	3,75	2	0,058	280/225	236,8421	0,05625	2,05	2,5215	0,254	0,6	0,9525	1,5129	
1,2	834	0,232	3,5	2,5	0,0928	280/315	296,4706	0,0882	2,63	4,15014	0,212	0,9	0,742	3,735126	
1,3	1251	0,348	16,44	3	0,116	280/400	329,4118	0,112	3,1	5,766	0,36	1,7	5,9184	9,8022	
										0			7,6129	15,050226	
															21 výust
															10 klapky
															30 Tlumič
													Celkem	193,66	Kpa
1,4	417	0,116	3,75	2	0,058	280/225	236,8421	0,05625	2,06	2,54616	0,254	0,6			
1,5	834	0,232	3,5	2,5	0,0928	280/315	296,4706	0,0882	2,63	4,15014	0,212	0,9			
1,6	1251	0,348	3	3	0,116	280/400	329,4118	0,112	3,1	5,766	0,36	1,7			
										0					
1,7	2502	0,695	6,2	4,5	0,154444	315/560	403,2	0,1764	3,94	9,31416	0,426				
										0					
1,15	5004	1,39	1	5		400/710	511,7117	0,284	4,89	14,34726	0,427				

Tabulka 16: Potrubí přívod – zázemí pro zaměstnance

Z planu			Hodnoty													
			Předběžné			Skutečn-vypočtené							Tlaková ztráta			
Č.U	V		l	w	S	d a*b	d	S	w	po	R	ξ	RI	Pdξ	Poznámky	
	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	mm	mm	m2	m/s	Pa	Pa.m2		Pa	Pa		
2,11	75	0,021	5,4	2	0,0105	110/110	110	0,01	1,72	1,77504	0,45	0,6	2,43	1,065024		
2,12	430	0,119	4,4	4	0,02975	160/180	169,4118	0,0288	4,15	10,3335	1,3	0,9	5,72	9,30015		
															33-vyust'	
2,13	50	0,007	3,9	2	0,0035	110/110	110	0,0121	0,574	0,197686	0,67	0,6	2,613	0,11861136	70	
2,14	75	0,021	2,78	3	0,007	110/110	110	0,0121	1,72	1,77504	0,67	0,6	1,8626	1,065024	40-tlumič	
2,15	430	0,119	4	4	0,02975	160/180	169,4118	0,0288	4,15	10,3335	1,3	0,9	5,2	9,30015	30 žaluzie	
															191,6003	

Tabulka 17: Potrubí odvod – zázemí pro zaměstnance

Z planu			Hodnoty													
			Předběžné			Skutečn--výpočtené							Tlaková ztráta			
Č.U	V		l	w	S	d a*b	d	S	w	po	R	ξ	lI	Pdξ	Poznámky	
	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	mm	mm	m2	m/s	Pa	Pa.m2		Pa	Pa		
2	75	0,021	8,2	2	0,0105	110/110	110	0,0121	1,72	1,77504	0,45	0,6	3,69	1,065024		
2,1	125	0,035	0,3	2,5	0,014	110/110	110	0,0121	2,87	4,94214	1,1	0,6	0,33	2,965284		
2,2	430	0,119	1,7	3,5	0,034	160/200	177,7778	0,032	3,73	8,34774	1,09	0,9	1,853	7,512966		
2,3	50	0,007	6	2	0,0035	110/110	110	0,0121	0,574	0,197686	0	0,6	0	0,11861136	10 Pa-klapky	
2,4	75	0,042	0,6	2,5	1	110/110	110	0,0121	1,72	1,77504	0,45	0,6	0,27	1,065024	60 Pa-výúst	
2,5	350	0,097	0,38	3	0,032333	160/200	177,7778	0,02	2,78	4,63704	0,61	0,9	0,2318	4,173336	40 pa-tlumič	
2,6	430	0,119	2,6	4	0,02975	160/200	177,7778	0,032	3,73	8,34774	1,09	0,6	2,834	5,008644	30 Pa-žaluzie	
2,7	885	0,246	2,4	4,5	0,054667	225/250	236,8421	0,225*0,25	4,92	14,52384						
															222,52161	

2.12 Návrh vzduchotechnických jednotek

Všechny vzduchotechnické jednotky byly navrženy v programu AeroCad od firmy Remak a.s.

2.12.1 Supermarket

Byla navržena vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP 10, která bude umístěna v technické místnosti. Průtok vzduchu v jednotce je 5000 m³/h. Jednotka je složená z deskového výměníku, filtrací (M5,F9,G3), ohřívač a chladič, ventilátor.

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 10
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne

Model box AMXP3



Hmotnost (+/-10%)	1 332 kg
Umístění VZT jednotky	Vnitřní
Materiálové provedení	
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	5000 m³/h	5000 m³/h
Externí tlaková rezerva	194 Pa	244 Pa
Rychlost v průřezu	2.00 m/s	2.00 m/s
Výkon motoru nominální	4.00 kW	1.50 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %
2. stupeň filtrace	F9 / ISO ePM 1 85%	-
SFP _{vd}	793 W.m⁻³.s	586 W.m⁻³.s

Parametry pláště dle EN1886

	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Termická izolace	T4(M)
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{whl}	1379 W.m⁻³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-17.0 → 6.6 °C	64 %, 11.6 kW
Směšování	6.6 → 16.0 °C	70.0 %
Ohřev	16.0 → 22.0 °C	10.0 kW 70/44 °C, Voda, 0.2 kPa, 0.34 m³/h, 1 "
Chlazení	28.0 → 19.0 °C	16.7 kW 7/14 °C, Voda, 2.6 kPa, 2.15 m³/h, 1 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

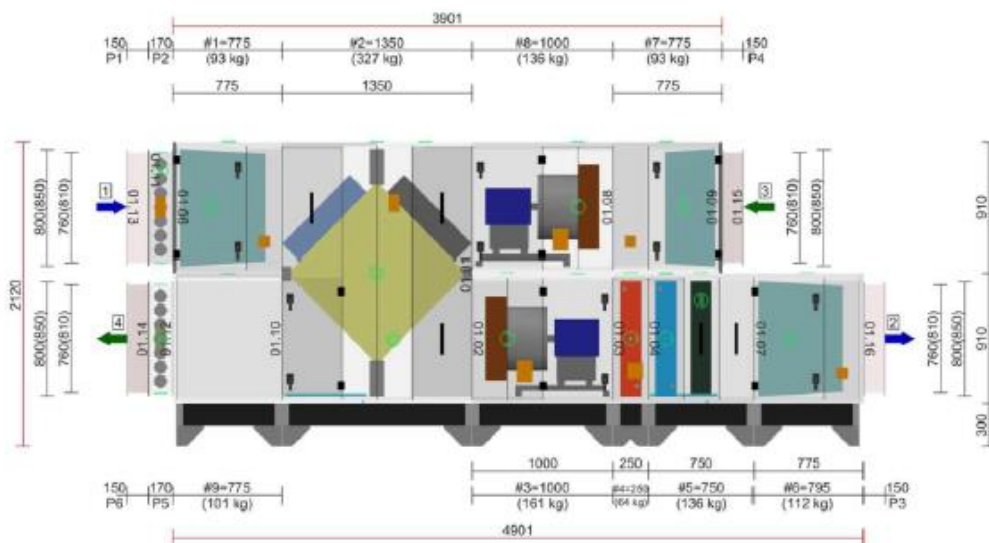
Hlukové parametry zařízení

	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	42	61	61	58	55	51	50	66
Přívod - výtlač	40	48	66	66	70	61	54	50	73
Přívod - okolí	40	40	52	46	50	43	41	40	56
Odvod - sání	40	54	59	61	64	58	55	49	68
Odvod - výtlač	40	57	60	66	70	60	56	48	72
Odvod - okolí	40	42	45	44	47	40	40	40	52

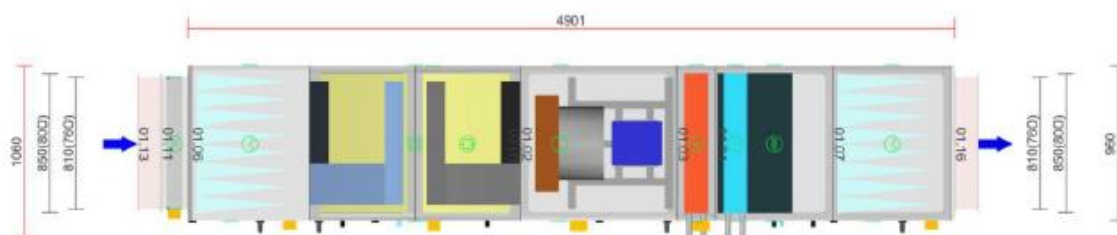
Obrázek 38: Návrh vzduchotechnické jednotky – Supermarket

Bokorys servisní strany

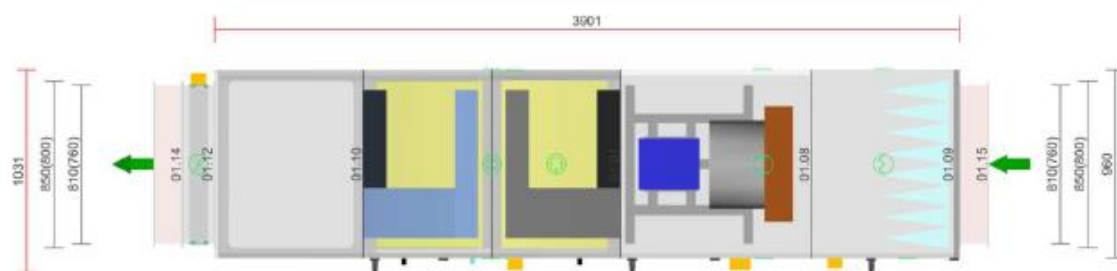
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přírodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přírodní větve



Půdorys odtahové větve



Obrázek 39: Vzhled vzduchotechnické jednotky - Supermarket

Psychrometric chart showing the process of air conditioning. The chart plots dry-bulb temperature (t) on the x-axis and wet-bulb temperature (t_w) on the y-axis. Key points and processes are labeled: A (outdoor air), B (heated outdoor air), C (cooled and dehumidified air), R (cooled air), and S (heated air). Processes are labeled: A-B (heating), B-C (cooling and dehumidification), C-R (cooling), and R-S (heating). The chart also shows lines for constant humidity ratio (x) and constant wet-bulb temperature (t_w). The air density is given as $\rho = 1.08 \text{ kg/m}^3$. The pressure is given as $p = 98.1 \text{ kPa}$. The chart is labeled "INTERIÉR ZIMA" and "EXTERIÉR LÉTO".

2.12.2 Zázemí pro zaměstnance

46

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	Cake VZ-2
Rídící jednotka VCS (Climatix)	Ano
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android
Hmotnost (+/-10%)	391 kg
Umístění VZT jednotky	Vnitřní
Materiálové provedení	
Vnější plášť	Pozinkovaný plech
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech

Model box CAKE



	Přívod	Odvod	
Průtok vzduchu	885 m³/h	885 m³/h	
Externí tlaková rezerva	191 Pa	222 Pa	
Rychlost v průřezu	1.31 m/s	1.31 m/s	
Výkon motoru nominální	0.50 kW	0.78 kW	
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor	
1. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 10 75 %	M5 / ISO Coarse 80 %	
2. stupeň filtrace	-	-	
SFP _W	842 W.m⁻³.s	1012 W.m⁻³.s	
Parametry pláště dle EN1886			
Nominální příkon ŘJ VCS	1,28 kW*		Mechanická stabilita D1(M)
Napájecí napětí ŘJ VCS	3~400V+N+PE 50Hz		Netěsnost skříně L1(M)
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	5 A*		Termická izolace T2(M)
			Faktor tepelných mostů TB2(M)
SFP _{W,EU}	1854 W.m⁻³.s		Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

* Nominální příkon a proud je uveden bez zahrnutí vyvíječe páry, případně bez externí kondenzační jednotky/tepelného čerpadla apod. Pokud dále ve specifikaci ŘJ není uvedeno jinak, tato zařízení musí být jistěna a napájena mimo ŘJ VCS. Řídící signály pro jejich ovládání (v případě, že tyto zařízení jsou příslušenstvím VZT jednotky) mohou být řešeny z ŘJ VCS, viz dále konfigurace řídicího systému, kde je typ řídicích signálů specifikován.

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-17,0 → 19,2 °C	90 %, 10,7 kW
Ohřev	19,2 → 20,0 °C	0,2 kW
Chlazení	35,0 → 24,0 °C	4,7 kW

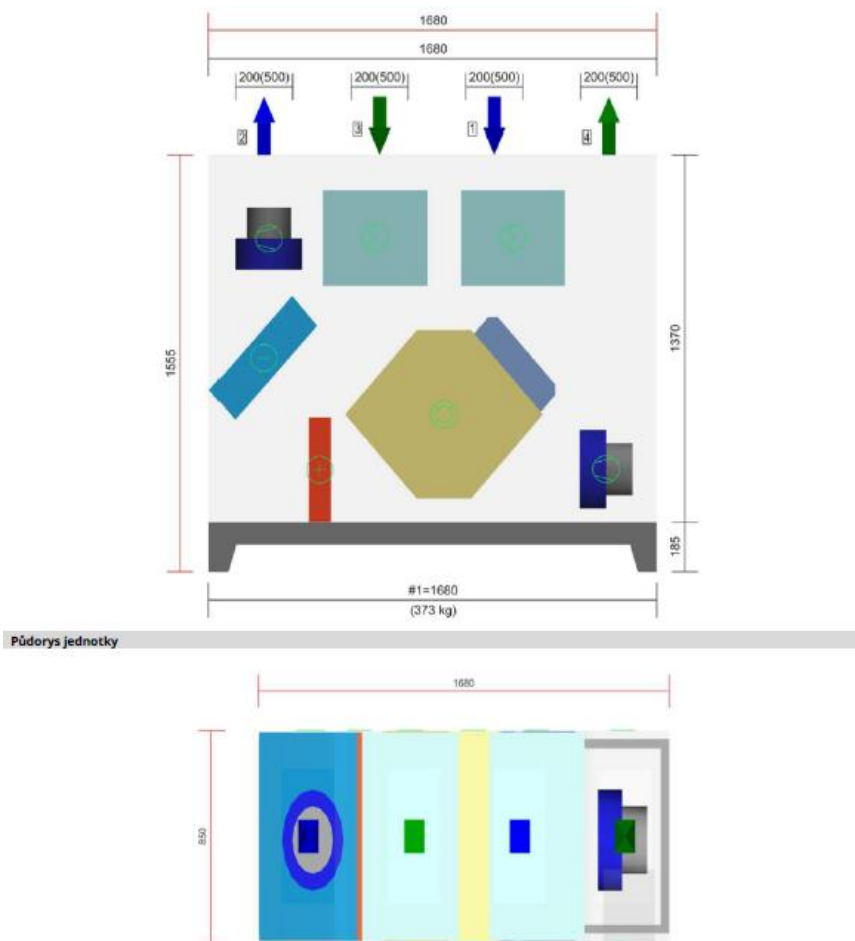
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{okt} [dB(A)]								LwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	44	48	63	61	60	57	55	48	67
Přívod - výtlač	46	51	69	64	67	66	59	55	73
Přívod - okolí	40	40	47	40	40	40	40	40	51
Odvod - sání	47	51	65	62	61	59	57	50	69
Odvod - výtlač	48	54	70	66	68	69	62	56	75
Odvod - okolí	40	40	48	40	40	40	40	40	51

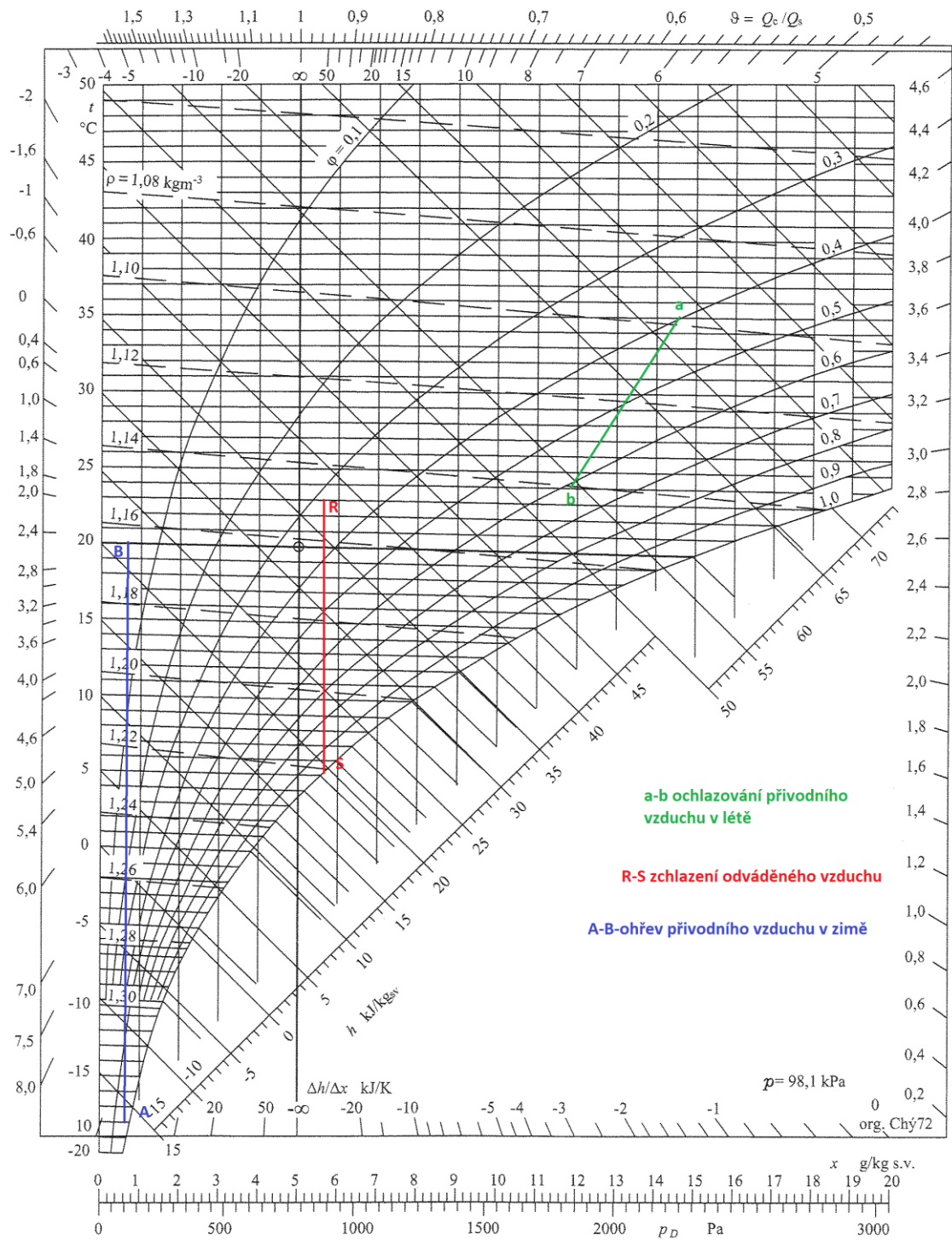
Obrázek 41: Návrh vzduchotechnické jednotky -zázemí pro zaměstnance

Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtažový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Obrázek 42: Vzhled jednotky pro 2.zařízení

Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



Obrázek 43: H-X diagram – zázemí pro zaměstnance

2.13 Útlum hluku

Z důvodu šíření akustického hluku od ventilátoru bylo potřeba navrhnout tlumiče. Navržené tlumiče jsou od firmy Lindab. Pro navrhované místnosti byla maximální hladina akustického vzduchu pro supermarket 50db a pro místnosti

2.13.1 Supermarket

Tabulka 18 - útlum hluku supermarket přívod

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech										součtová hladina
		frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L_{wv}	Hluk ventilátoru											
L_{wv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1		0	40	48	66	66	70	61	54	50	73
K_s												0
L_{wv}	součet		3	40	48	66	66	70	61	54	50	73
D_p	Přirozený útlum											
	přímé potrubí 400 9 m		0	0	5	3	1	1	1	1	1	
	oblouk 3 ks		0	0	0	0	3	6	9	9	9	
	rozbočka 1				1	1	1	1	1	1	1	
	rozbočka 2				1	1	1	1	1	1	1	
	Útlum koncovým odrazem		0	13	9	4	8	6	5	7	10	
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)			9	16	21	17,5	13,5	10	12,5	8	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce		3	18	17	38	36	43	35	24	21	45
L_{wv}	Hladina akustického výkonu výústky											29
K	Korekce na počet výústek								počet výústek:			11
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek											56
Q	směrový činitel											1
r	vzdálenost od výústky k posluchači											1,4
A	pohltivá plocha místnosti		plocha všech povrchů místnosti (m2)					1700	pohltivost (-)			340
L_{50}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											43
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti											50

Tabulka 19: Odvod vzduchu ze supermarketu

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech										souděná hladina
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
frekvence (Hz)											
Hluk ventilátoru											
Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	40	54	59	61	64	58	55	49		68
součet	3	40	54	59	61	64	58	55	49		68
Přirozený útlum											
příme potrubí 450 7,5 m	0	0	5	2	1	1	1	1	1		
oblouk 4 ks	0	0	0	0	4	8	12	12	12		
Útlum koncovým odrazem	0	13	9	4	8	6	5	7	10		
útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)		9	13	21	17,5	13,5	10	12,5	8		
Hladina akustického výkonu ve výústce	3	18	28	32	30	35	30	22	18		39
Hladina akustického výkonu výústky											39
Korekce na počet výústek							počet výústek:		8		9
Hladina akustického výkonu všech výústek											51
směrový činitel											1
vzdálenost od výústky k posluchači											1,4
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					1700	pohltivost (-)		0,2		340
Hladina akustického tlaku v místě posluchače											38
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti											50

Tabulka 20: Odvod vzduchu z jednotky supermarketu

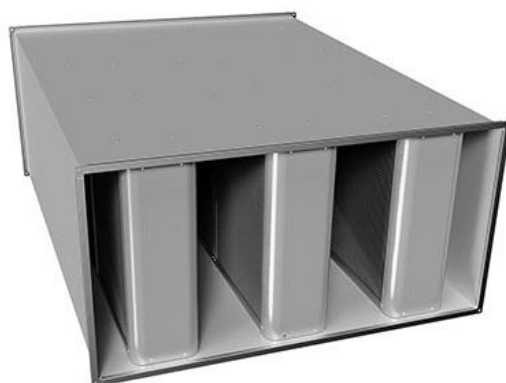
Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech										
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
frekvence (Hz)										
Hluk ventilátoru										
Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	40	57	60	66	70	60	55	49	72
										0
součet	3	40	57	60	66	70	60	55	49	72
Přirozený útlum										
přímé potrubí 450 3m	0	0	2	1	0	0	0	0	0	
oblouk 2 ks	0	0	0	0	2	4	6	6	6	
útlum tlumič hluku 1	0	3	5	15	23	35	22	14	11	
Hladina akustického výkonu ve výústce	3	37	50	44	41	31	32	35	32	52
Hladina akustického výkonu výústky										39
Korekce na počet výústek							počet výústek:		8	9
Hladina akustického výkonu všech výústek										61
směrový činitel										1
vzdálenost od výústky k posluchači										1,4
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)						0	pohltivost (-)		0,05
Hladina akustického tlaku v místě posluchače										47
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										50

Tabulka 21: Přívod vzduchu do jednotky supermarket

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech										součtová hladina
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
frekvence (Hz)											
Hluk ventilátoru											
Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	40	48	66	66	70	61	54	50		73
											0
součet	3	40	48	66	66	70	61	54	50		73
Přirozený útlum											
příme potrubí 400 4m	0	0	2	1	1	1	1	1	1		
oblouk 2 ks	0	0	0	0	2	4	6	6	6		
útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)		3	5	15	23	32	22	14	11		
Hladina akustického výkonu ve výústce	3	37	41	50	40	33	32	33	32		51
Hladina akustického výkonu výústky											29
Korekce na počet výústek							počet výústek:		12		11
Hladina akustického výkonu všech výústek											62
směrový činitel											1
vzdálenost od výústky k posluchači											1,4
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					1700	pohltivost (-)		0,2		340
Hladina akustického tlaku v místě posluchače											49
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti											50

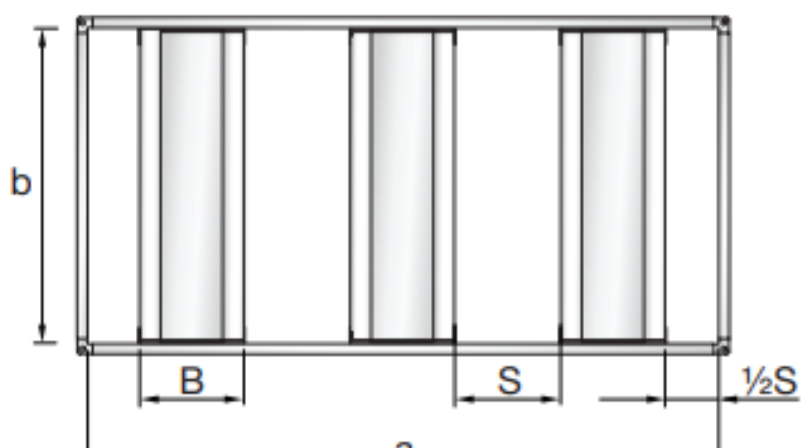
Navržený tlumič na potrubí přívodní a odvodní od firmy Lindab model TUNE-PS 200-60-780-500-550

$$v = \frac{\frac{5000}{3600}}{0,78 \cdot 0,5} = 3,6 \text{ m/s [10]}$$



Obrázek 44: Kulisový tlumič

Dimensions TUNE-PS



Obrázek 45: Geometrie tlumiče

B=100, S=60 mm, délka= 550 mm

<https://itsolution.lindab.com/LindabWebProduct-sDoc/PDF/Documentation/ADS/Lindab/Technical/TUNE-PS.pdf?t=1566345703>

2.13.2 Zázemí pro zaměstnance

Tabulka 22: Odvod vzduchu do místností

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech										součtová hladina
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
frekvence (Hz)											
Hluk ventilátoru											
Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	47	51	65	62	61	59	57	50	69	69
										0	0
součet	3	47	51	65	62	61	59	57	50	69	69
Přirozený útlum											
příme potrubí 225 4 m	0	0	2	2	1	1	1	1	1		
oblouk 3 ks	0	0	0	0	3	6	9	9	9		
rozbočka 1			1	1	1	1	1	1	1		
Útlum koncovým odrazem	0	23	18	14	12	12	14	5	8		
útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)		12,5	21	27	22,5	17,5	13	16,5	10		
Hladina akustického výkonu ve výústce	3	12	9	22	23	24	22	25	22	30	30
Hladina akustického výkonu výústky										29	29
Korekce na počet výústek							počet výústek:		7	8	8
Hladina akustického výkonu všech výústek										41	41
směrový činitel										1	1
vzdálenost od výústky k posluchači										1,4	1,4
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					251	pohltivost (-)		0,15	38	38
Hladina akustického tlaku v místě posluchače										33	33
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40	40

2.13.3

Přívod vzduchu do místností

Tabulka 23: Přívod vzduchu do místností

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktařových pásmech										součtová hladina
		frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L_w	Hluk ventilátoru											
L_w	Hladina akustického výkonu zdroje 1		0	40	48	66	66	70	61	54	50	73
K_a												0
L_w	součet		3	40	48	66	66	70	61	54	50	73
D_p	Přirozený útlum											
	příme potrubí 225 6,4 m		0	0	4	3	2	1	1	1	1	
	oblouk 2 ks		0	0	0	0	2	4	6	6	6	
	rozbočka 1				1	1	1	1	1	1	1	
	Útlum koncovým odrazem		0	22	17	11	9	8	9	6	9	
	útlum tlumič hluku 1			1	2	6	15	27	18	12	8	
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)			12,5	21	27	22,5	17,5	13	16,5	10	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce		3	5	4	19	15	12	13	12	15	22
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky											31
K	Korekce na počet výústek								počet výústek:		5	7
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek											38
Q	směrový činitel											1
r	vzdálenost od výústky k posluchači											1,4
A	pohltivá plocha místnosti		plocha všech povrchů místnosti (m2)					251	pohltivost (-)		0,15	38
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											30
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti											40

2.13.4

Přívod vzduchu do jednotky

Tabulka 24: Přívod vzduchu do jednotky

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech										součtová hladina
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
	frekvence (Hz)											
	Hluk ventilátoru											
L_{w1}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	44	48	63	61	60	57	55	48	67	
K_a											0	
L_{w2}	součet	3	44	48	63	61	60	57	55	48	67	
	Přirozený útlum											
D_p												
	příme potrubí 250 3m	0	0	2	1	0	0	0	0	0		
	oblouk 1ks	0	0	0	0	1	2	2	2	2		
	útlum tlumič hluku 1		2	6	12	24	36	38	28	18		
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	3	42	40	50	36	22	17	25	28	51	
L_{v2}	Hladina akustického výkonu výústky										33	
K	Korekce na počet výústek							počet výústek:		5	7	
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek										58	
Q	směrový činitel										1	
r	vzdálenost od výústky k posluchači										1,4	
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					0	pohltivost (-)		0,05	0	
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										44	
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										50	

2.13.5 Odvod vzduchu z jednotky

Tabulka 25: Odvod vzduchu z jednotky

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech										součtová hladina
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
frekvence (Hz)											
Hluk ventilátoru											
Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	44	48	63	61	60	57	55	48		67
součet	3	44	48	63	61	60	57	55	48		0
Přirozený útlum											
příme potrubí 250 3m	0	0	2	1	0	0	0	0	0		
oblouk 1ks	0	0	0	0	1	2	2	2	2		
útlum tlumič hluku 1		2	6	12	24	36	38	28	18		
Hladina akustického výkonu ve výústce	3	42	40	50	36	22	17	25	28		51
Hladina akustického výkonu výústky											23
Korekce na počet výústek							počet výústek:			7	8
Hladina akustického výkonu všech výústek											59
směrový činitel											1
vzdálenost od výústky k posluchači											1,4
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)										0
Hladina akustického tlaku v místě posluchače											45
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti											50

Navržený tlumič na potrubí přívodní a odvodní od firmy Lindab model TUNE-PS 200-60-780-225-550

$$v = \frac{V}{A} = \frac{\frac{830}{3600}}{0,78 \cdot 0,25} = 1,18 \text{ m/s} \quad (1.27)$$

2.14 Návrh izolace potrubí

Izolace je navrhována z důvodu vzniku kondenzátu, který vzniká z důvodu rozdílných teplot. Deska Orstech 65 je izolace vyrobená z kamenné vlny. Může být doplněna o povrchovou úpravu polepem hliníkovou fólií (Orstech 65 H) nebo netkanou textilií (Orstech 65 NT).

<https://www.e-isover.cz/data/files/isover-orstech-65-tl-cz-118.pdf>



Obrázek 46: Tepelná izolace na potrubí

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: teruna Default

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťky izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 20$
 $RH_o[\%] = 60$

$a[\text{mm}] = 400$
 $b[\text{mm}] = 710$

$tvst[^\circ\text{C}] = -17.68$
 $Délka[\text{mm}] = 5000$
 $tvst[^\circ\text{C}] = -17.9$
 $RH[\%] = 85$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$D[\text{mm}] = 0$

$tpo[^\circ\text{C}] = 18.86$
 $tro[^\circ\text{C}] = 12.01$
 $tpv[^\circ\text{C}] = -15.8$
 $trv[^\circ\text{C}] = -19.61$

$tl[\text{mm}] = 50$

riziko kondenzace

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}] = 5000$
Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}] = 0.041$
Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}] = 396.18$

Obrázek 47: Program Terun výpočet kondenzace

Na zařízení 1 je navrhnutá tloušťka 50 mm.

Na zařízení 2 je navrhnutá tloušťka 40 mm.

3 VÝPOČTOVÁ ČÁST

3.1 Technická zpráva

3.1.1 Úvod

Předmětem technické dokumentace pro stavební povolení je návrh klimatizačního větracího zařízení pro supermarket v Uherském Hradišti. Návrh se zabývá prodejní halou a zázemím pro zaměstnance, kde se nachází šatny s hygienickým zařízením. Vzduchotechnická a klimatická zařízení jsou navržena, aby splňovala mikroklimatické podmínky a požadovanou výměnu vzduchu.

3.1.2 Podklady pro navrhování

Podkladem pro projektovou dokumentaci byly slepé matrice daných půdorysů v elektronické podobě.

Projektová dokumentace byla vypracována podle následujících zákonů, vyhlášek, nařízení vlády a norem:

- Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, ve znění vyhlášky č. 230/2015 Sb
- Vyhláška č. 6/2003, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Nařízení vlády č. 241/2018 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb
- Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- ČSN EN 12 831 – Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu (2005) •
- ČSN 73 0540–2 - Tepelná ochrana budov – požadavky (2011 + Z1 2012)
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb (2009 + Z1 2013)
- Podklady výrobců:
 - Remak a.s.
 - Isover s.r.o.
 - Lindab s.r.o.
 - Mandík

Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Uherské Hradiště
Nadmořská výška:	179 m. n. m
Výpočtová teplota:	léto +35 °C /zima -17,9 °C
Entalpie vzduchu:	léto 70,4Kj/kg s.v.

3.1.3 Vnitřní výpočtové hodnoty

Tabulka 26: Vnitřní výpočtové hodnoty

místnost				leto		zima		
č. místnosti	název	plocha (m ²)	objem (m ³)	t (°C)	(%)	t (°C)	(%)	db
1. Zařízení								
102	supermarket	683,19	2049,57	25	55	20	35	50
2. Zařízení								
109	kancelář	12,58	37,74	25	65	23	50	40
110	denní místnost	15,09	45,27	25	65	23	50	40
112	šatna ženy	9,57	28,71	25	65	23	50	40
113	sprchy ženy	5,28	15,84	25	70	23	50	40
115	šatna muži	6,6	19,8	25	65	23	50	40
116	sprchy muži	5,2	15,6	25	70	23	50	40
108	chodba	6,75	20,25	25	65	23	50	40
114	uklid	4,62	13,86	25	70	23	50	40
111	ústředna	0,96	2,88					
117	přípojky	3,88	11,64					
118	přípojky	7,74	23,22					
119	přípojky	3,16	9,48					

3.1.4 Základní koncepční řešení

Předmětem projektové dokumentace je supermarket s jeho zázemím v Uhersku Hradišti. Budova je rozdělená na tři zóny: Prodejní hala supermarketu, sklady, zázemí pro zaměstnance. Tato projektová dokumentace je zaměřena na prodejní halu supermarketu a zázemí pro zaměstnance.

Zařízení číslo 1. je navrženo na potřebnou výměnu vzduchu. Funguje jako rovnotlaké. Uvažuje se pro 150 návštěvníků a 10 pracovníků supermarketu. Na pokrytí tepelné zátěže bude sloužit vodní systém klimatizace, konkrétně Fan-coily. Jednotka obsahuje ventilátory, deskový výměník, potřebné filtry, hladič a ohříváč.

Zařízení číslo 2. je navrženo na potřebnou výměnu vzduchu. Mezi šatnami zaměstnanců a hygienickým zařízením je pro zajištění přírodního vzduchu stěnová mřížka o velikosti 300x75 mm. Na chodbu je přiváděn vzduch a odváděn opět pomocí stěnové mřížky do úklidové místnosti, kde pak je odváděn talířovým ventilem zpět do jednotky.

Potrubí pro přívod a odvod vzduchu je navrženo obdélníkového tvaru a pozinkovaného ocelového plechu.

Vzduch do jednotlivých prostor bude distribuován vnitřními prvky (talířové ventily a vířivé výustě)

3.1.5 Hygienické větrání a klimatizace

Obě vzduchotechnické jednotky jsou navrženy tak, aby odpovídaly hygienickým předpisům a normám. Maximální hodnota pro supermarkety může být 50db, v prostorech pro zaměstnance 40db. V místnostech číslo 108, 112 a 115 fungují jako přetlaková zóna. Z těchto místností je odváděn vzduch pomocí mřížek do místnosti s podtlakem (místnosti č. 113, 114 a 116)

Supermarket byl navržen pro 150 návštěvníků a 10 zaměstnanců. V zázemí pro zaměstnance se nachází hygienické zařízení (2x sprcha, 2x WC, 2umyvadlo a výlevka)

Potřebné dávky čerstvého vzduchu:

Návštěvník	25 m ³ /h
Pracující zaměstnanec	50 m ³ /h
WC, výlevka	50 m ³ /h
Sprcha	150 m ³ /h
Umyvadlo	30 m ³ /h

3.1.6 Nároky na energii

Elektrická

Klimatické zařízení jsou závislá na dodávce elektrické energie, proto je potřebné zajistit jejich dodávky.

Tepelná

Tepelná energie je využívána pro pohon vodních výměníků ve vzduchotechnických jednotkách. Topná voda o teplotním spádu 70/50 °C.

3.1.7 Popis technického řešení

Zařízení číslo 1 - supermarket

Zařízení číslo 1 řeší prodejní halu supermarketu. Pro klimatizaci byla navržena pomocí programu AeroCAD vzduchotechnická jednotka Aero Master XP 10 od firmy Remak a.s.. Průtok vzduchu klimatizační jednotkou je 5000 m³/h. Počítá se s rovnotlakým systémem. Vzduchotechnická jednotka bude umístěna do strojovny.

Distribuční prvky zajišťují vířivé výústě od firmy Lindab. Pro přívod bylo navrženo 12 vyústek s průtokem vzduchu 417 m³/h a pro odvod 8 vyústek s průtokem 625 m³/h. Pro dochlazení místnosti bude sloužit devět Fan-coilů. Připojeny budou zvukově izolační hadicí.

Jednotka se skládá z deskového výměníku, teplovodního výměníku na ohřev přiváděného vzduchu, vodního chladiče pro chlazení přiváděného vzduchu v letních měsících, filtry (M5,G7)

Na přívodu a odvodu vzduchu z exteriéru do jednotky jsou navrženy tlumiče 800x450 s délkou 550 mm. Potrubí z exteriéru je přiváděno a odváděno ze střechy. Je zakončeno střešní vyústkou.

Potrubní rozvody budou provedeny z pozinkového čtyřhranného potrubí náležité těsnosti. Izolace bude provedena na přívodu a odvodu z exteriéru do jednotky, a dále pak na přívodním potrubí v prodejní hale. Izolace bude mít tloušťku 50 mm od firmy Isover. Izolace bude sloužit za mezení kondenzace na potrubí. Potrubí je vedenou podhledem.

Zařízení číslo 2 – Zázemí pro zaměstnance

Zázemí pro zaměstnance řeší hygienické zařízení pro muže a ženy, šatny, úklidovou místnost, kancelář, chodbu a denní místnost. V místnostech s hygienickým zařízením (m.č. 113,114 a 116) je vytvořen podtlak. Do těchto místností je přiváděn vzduch pomocí nástěnných mřížek z místnosti s podtlakem (108,112 a 115). Denní místnost a kancelář budou fungovat na rovnotlakém systému.

Vzduchotechnika jednotka je navržena v programu AeroCAD od firmy Remak a.s.. Do tohoto zařízení je použita kompaktní jednotka CAKE VZ-2 pro průtok vzduchu 885 m³/h. Jednotka je v provedení s dekovým rekuperátorem. Chlazení je zajištěno vodním chladičem, ohřev vodním ohřívačem. Jednotka má dva filtry na přívodu (F7) a odvodu (M5). Klimatizační jednotka je umístěna spolu s jednotkou z 1. zařízení ve strojovně.

Potrubí je obdobné jako u zařízení číslo 1. Je čtyřhranné z pozinkového plechu. Izolace bude jak na přívodním a odvodním potrubí z exteriéru do jednotky, a dále pak na přívodním potrubí do místností. Pro snížení akustického výkonu jsou navrženy tlumiče hluku o velikosti 800x250, délky 550 mm od firmy Lindab.

Distribuční prvky jsou připojeny ohebným potrubím pro snížení akustického hluku. Vyústky jsou zde navrženy talířové ventily s různým průtokem vzduchu.

3.1.8 Nároky na energii

Elektrická

Klimatické zařízení jsou závislá na dodávce elektrické energie, proto je potřebné zajistit jejich dodávky.

Tepelná

Tepelná energie je využívána pro pohon vodních výměníků ve vzduchotechnických jednotkách. Topná voda o teplotním spádu 70/50 °C.

3.1.9 Měření regulace a proti-mrazová ochrana

Navržené systémy VZT jednotek budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR. Systém MaR zajišťuje:

- Ovládání chodu ventilátorů a silové napájení ovládacích prvků
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel dle požadavku
- Proti mrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody
- Ovládání uzavíracích klapek v jednotce
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- Snímání diferenčního tlaku na filtrech a signalizace zanesení filtračních složek
- Poruchová signalizace
- Signalizace požárních klapek

3.1.10 Požadavky na ostatní profese

3.1.10.1 Stavba

V místech prostupu stavebními konstrukcemi je nutné zajistit otvory pro vzduchotechnické potrubí. Prostupy se zhotoví alespoň o 150 mm větší na každou stranu, než je daný rozměr potrubí. Prostupy pro chlazení musí být větší alespoň o 10 mm větší než průměr potrubí. Po osazení rozvodu je nutné provést utěsnění otvoru. Podlahu ve strojovně je nutné vyspádovat k podlahové vpusti.

3.1.10.2 Elektro

Zajistit dodávku elektrické energie do vzduchotechnických jednotek. Provést uzemnění rozvodu a vzduchotechnických zařízení.

3.1.10.3 Zdravotechnika

Je nutné zajistit odvod kondenzátu. Ve strojovně musí být umístěna podlahová vpust se zápachovou uzávěrkou.

3.1.10.4 Chlazení

Chladicí jednotky budou správně upevněny na podklad. U chladících systému se provede tlaková zkouška. Jednotky budou osazeny podle projektové dokumentace.

3.1.10.5 Vytápění

Pro zajištění ohřevu přiváděného vzduchu je potřeba připojit vodní ohřívače rozvody otopné vody o spadů 70/50 °C a napojení na MaR VZT zařízení.

3.1.11 Protihluková a proti-otřesová opatření

Do vzduchovodu jsou vloženy tlumiče hluku, které zajišťují utlum hluku od ventilátoru do exteriéru. Tlumiče jsou osazeny na potrubí, které vede z exteriéru do jednotky. Prostupy vzduchotechniky budou utěsněny akusticky izolačním materiálem. Distribuční prvky jsou připojeny ohebným potrubím, které brání k šíření akustického hluku. Všechny točivé stroje budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací, které by přenášeli do stavebních konstrukcí.

3.1.12 Izolace a nátěry

Potrubí u výtlačku a saní na obou jednotkách a u přívodního potrubí do místnosti bude opatřeno tepelnou izolací tloušťky 50 mm od firmy Isover typ Orstech 65 H.

Potrubí není potřeba opatřit nátěrem.

3.1.13 Protipožární opatření

Strojovna vzduchotechniky bude tvořit samostatný požární úsek. Do potrubí, které bude procházet do jiného požárního úseku, budou vloženy protipožární klapky. Jedná se o prostupy mezi strojovnou a supermarketem a dále pak mezi strojovnou a zázemím pro zaměstnance. Tyto prostupy budou utěsněny protipožární izolací.

3.1.14 Montáž, údržba provoz a obloha zařízení

Montáž celého vzduchotechnického vybavení je potřeba vykonávat podle pokynů uvedených v podkladech výrobce a dodavatele zařízení. Vzduchotechnické zařízení bude pravidelně kontrolováno a čištěno podle pokynů dodavatele výrobků.

3.2 Specifikace Prvků

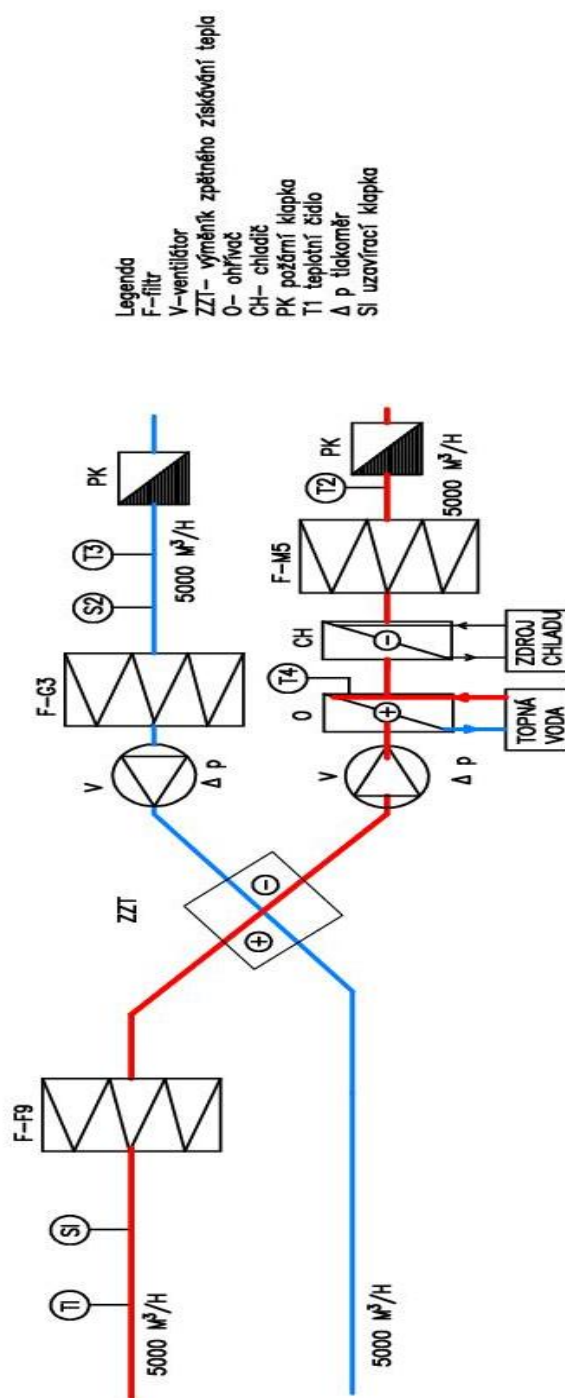
Tabulka 27- Specifikace prvků-Supermarket

Zařízení číslo 1			
Označení	Název, specifikace	M.j	Množství
	Vzduchotechnické zařízení a jiná zařízení		
1.01.	Remak Aeromaster XP 10 vzduchotechnická jednotka , vnitřního provedení, průtok vzduchu = 5000m ³ /h externí tlaková rezerva přívod- 194 Pa odvod -244Pa deskový výměník s vanou na kondenzát Přívod : tlumicí manžeta, uzavírací klapka se servopohonem, kapsový filtr M5, AC ventilátor s frekvenčním měničem, vodní ohřívač $\Delta t = 70/50$ °C, prázdná průběžná komora, tlumicí manžeta; Odvod: tlumicí manžeta, kapsový filtr M5, AC ventilátor s frekvenčním měničem, prázdná průběžná komora, uzavírací klapka se servopohonem, tlumicí manžeta	ks	1
	Tlumiče hluku		
1.05	kulisový tlumič TUNE-PS OD firmy Lindab 800x450 delky 550 mm	ks	1
1.06	kulisový tlumič TUNE-PS OD firmy Lindab 800x450 delky 550 mm	ks	1
	Přívodní distribuční prvky		
1.03	viřivý difuzor s fixními lamelami RS14-H-S-2-250 Lindab	ks	12
	Odvodní distribuční prvky		
1.02	viřivý difuzor s fixními lamelami RS15-H-E-2-250 Lindab	ks	8
	Dochlazovací systém		
1.04	Fan coil SR-1200C4	Ks	9
	Kocové elementy v exteriéru		
1.07	Střešní hlavice lindab HVR-5	ks	2
1.08	Mřížka proti ptactvu		2
	Proti požární klapky		
1.09	Požární klapky firmy Lindab WK25 650X400	ks	2
	Ohebné a zuvkoé izolační hadice		
1.10	Zvukově izolační hadice Sonoflex DN 250	bm	20
	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu sk. I, třída těsnosti C, vč. tvarovek		
1.11	Čtyřhranné potrubí do obvodu 1190 mm, 20 % tvarovky	bm	33,17
1.12	Čtyřhranné potrubí do obvodu 1920 mm, 60 % tvarovky	bm	70,2
1.13	Čtyřhranné potrubí do obvodu 2320 mm, 20 % tvarovky	bm	38,1
	Teplená izolace		
1.14	Tepelná izolace Isover Orstech 65 H tl 50 mm	m2	262

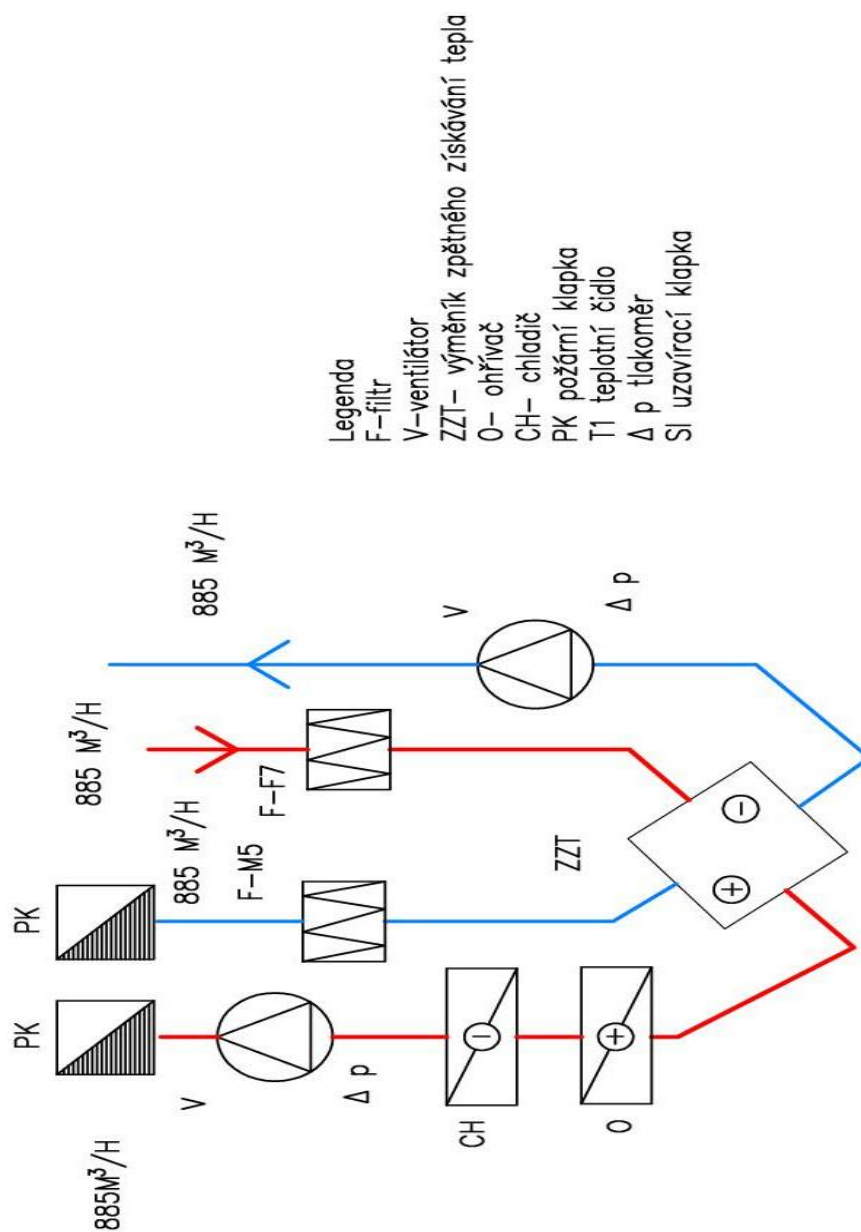
Tabulka 28: Specifikace prvků – Zázemí pro zaměstnance

Zařízení číslo 2			
Označení	Název, specifikace	M.j	Množství
	Vzduchotechnické zařízení a jiná zařízení		
2.01.	Remak CAKE VZ -2 vzduchotechnická jednotka , vnitřního provedení, prtok vzduchu = 885m ³ /h externí tlaková rezerva přívod- 191 Pa odovd - 222 Pa deskový výměník s vanou na kondenzat Přívod : kapsový filtr M5, AC ventilátor s frekvenčním měničem, vodní ohříváč $\Delta t = 70/50$ °C, Odvod: kapsový filtr M5, AC ventilátor s frekvenčním měničem,	ks	1
	Tlumiče hluku		
2.02	kulisový tlumič TUNE-PS OD firmy Lindab 800x450 delky 550 mm	ks	1
2.03	kulisový tlumič TUNE-PS OD firmy Lindab 800x450 delky 550 mm	ks	1
	Přívodní distribuční prvky		
2.04	Talířový ventil Lindab KI-100	ks	3
2.05	Talířový ventil Lindab KI-200	KS	2
	Odvodní distribuční prvky		
2.06	Talířový ventil Lindab KSU-100	ks	5
2.07	Talířový ventil Lindab KSU-200	KS	2
	Štěnové mřížky		
2.08	stěnová mřížka mandík 225x75 ,rozteč lamel 12,5 mm	ks	1
2.09	stěnová mřížka mandík 200x200 ,rozteč lamel 12,5 mm	ks	2
	Kocové elementy v exteriéru		
2.10	Střešní hlavice lindab HVR-3	ks	2
2.11	Mřížka proti ptactvu		2
	Proti požární klapky		
2.12	Požární klapky firmy Lindab WK25 200*200	ks	2
	Ohebné a zuvkoé izolační hadice		
2.13	Zvukově izolační hadice Sonoflex DN 250	bm	13,5
	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu sk. I, třída těsnosti C, vč. tvarovek		
2.14	Čtyřhranné potrubí do obvodu 450mm, 20 % tvarovky	bm	28,2
2.15	Čtyřhranné potrubí do obvodu 950 mm, 60 % tvarovky	bm	27,5
	Teplená izolace		
2.16	Tepelná izolace Isover Orstech 65 H tl 50 mm	m2	30,4

3.3 Funkční schémata



Obrázek 48: Funkční schéma pro 1. zařízení



Obrázek 49: Funkční schéma 2. zařízení

4 ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je návrh vzduchotechniky pro supermarket v městě Uherské Hradiště. Objekt byl rozdělen do 3 funkčních celků z nichž dvě jsou předmětem této práce. Zařízení číslo 1 teplovzdušně vytápí prodejní halu supermarketu. Zařízení číslo 2 teplovzdušně vytápí šatny a hygienická zařízení pro zaměstnance, denní místnost, kancelář, chodbu a úklidovou místnost. Návrh byl proveden s platnými hygienickými a bezpečnostními předpisy. Teoretická část se zabývá klimatizačními systémy.

5 POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, vyhlášky, normy směrnice

ČSN 12 7010/Z1 – Vzduchotechnická zařízení. Navrhování větracích a klimatizačních zařízení.
Všeobecná ustanovení Tabulka A.3.29

Elektronické zdroje

1. VZDUCHOVÉ SYSTÉMY[online].,URL: <https://www.frostik.cz/blog/systemy-klimatizacnich-zarizeni-vzduchova-technika>
2. *Stěnová mřížka: katalog* [online]. Dostupné z: https://www.mandik.cz/getattachment/3d0f1aa9-2108-4a15-893f-9d67be956d0a/014_01_cz_SMM.aspx
3. *Sálavé chladicí systémy* [online]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/3251-salave-chladici-systemy-i>
4. *Vzduchotechnická zařízení* [online]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizen>
5. *Indukční jednotky: parapetní* [online]. Dostupné z: <http://indukcni-jednotky.cz/indukcni/parapetni-hfv.htm>
6. *Sálavé chladicí systémy* [online]. [Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/3251-salave-chladici-systemy-i>
7. *Distribuční elementy: talířové ventily* [online]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/distribucni-elementy>
8. *Distribuční elementy* [online]. Dostupné z: <https://www.mandik.cz/produktovara/distribucni-elementy>
9. *Vířivá výustka* [online]. Dostupné z: https://www.lindqst.com/airborne/calculator/default.aspx?source=project&project=8258632&products=19054050_&sender=0&room=8376790
10. *Split a Multisplit* [online]. Dostupné z: <http://www.klima-classic.cz/lp-klimapopradna/slovnicek-pojmu/split-a-multisplit.html>
11. *Kazetové fancoily: video* [online]. Dostupné z: <https://www.hydronix.cz/kazetove-fancoily-skystar-jumbo/>
12. *VZT-KLIMATIZACE* [online]. Ing. Vladimír Křenek]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~pavlic91/VVK/12-Klimatizace.pdf>
13. HIRŠ, Jiří, Gunter GEBAUER a Olga RUBINOVÁ. *TZB-VZDUCHOTECHNIKA: KLIMATIZACE* [online]. 2005 Dostupné z: <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BT02-TZB%20III/M08-Klimatizace.pdf><https://www.tzb-info.cz/3897-inspekce-klimatizacnich-zarizeni-ii-cast>

14. Vodní chladičová klimatizace BT003- Doc.Ing. Aleš Rubina , Ph.D
15. <https://www.citacepro.com/dokument/Du65B5XK6H4tAnPa?kontrola=1>
16. Chladičové systémy split, Doc. Ing. Ondřej Šíkula Ph. D
17. *Indukční jednotky: stropní jednotky* [online]. [cit. 2021-5-29]. Dostupné z: http://indukcni-jednotky.cz/indukcni/kategorie.html#stropni_jednotky
18. *Indukční jednotky* [online]. Dostupné z: <http://indukcni-jednotky.cz/indukcni/kategorie.html#>
19. *Split a Multisplit* [online]. [Dostupné z: <https://www.toshiba-aircondition.com/cz/split-amulti-split.html>]
20. *Split* [online]. Dostupné z: <http://www.klimaservis-zlin.cz/split.ht>
21. *nové větrání* [online]Dostupné z: 21. <https://www.wafe.eu/clanek/zonove-vetrani>
22. KŘENEK, Vladimír. *Vzduchotechnika* [online]. , 43]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~pavlic91/VVK/11.Vzduchotechnika.pdf>

Obrazové zdroje

23. KŘENEK, Vladimír. *Vzduchotechnika* [online]. , 43 Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~pavlic91/VVK/11.Vzduchotechnika.pdf>
24. KOSTEČKA GROUP SPOL. s.r.o. *Fan-coil jednotky* [online]Dostupný na WWW: <https://www.kostecka.net/files/refredo/uploads/files/clanky/fan-coil-jednotky/fan-coil-modely.jpg>
25. FUJITSU GENERAL CZECH REPUBLIC. *Multi Split Systémy* [online]. Dostupný na WWW: <https://www.fujitsu-general.com/cz/products/multi/8rooms/index.html>
26. SOKRA s.r.o.. *Parapetní jednotky* [online]. Dostupný na WWW: <http://indukcni-jednotky.cz/indukcni/kategorie.html#>
27. MEDNET ONLINE, s.r.o. *Distribuční elementy* [online]. Dostupný na WWW: <https://www.ventilatory.net/distribucni-elementy>
28. INDUKČNÍ JEDNOTKY [online]. Dostupné z: <http://indukcni-jednotky.cz/indukcni/kategorie>.
29. ZMRHAL, PH.D, Ing. Vladimír. *Sálavé chladičové systémy* [online]. 2006 Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/3251-salave-chladici-systemy-i>
30. *Klimatizační systémy* [online]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16338038-Tzb-vzduchotechnika.html>

31. ZMRHAL, PH.D, Ing. Vladimír. *Sálavé chladicí systémy* [online]. 2006 Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/3251-salave-chladici-systemy-i>
32. *Lindab-výustky* [online] Dostupné z: <https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/Lindab/technical/hvr.pdf?t=1597137296>
33. *Zonové větrání* [online]. 2018 [Dostupné z: <https://www.wafe.eu/clanek/zonove-vetrani>
34. *Split a Multisplit* [online]. Dostupné z: https://www.daikin.cz/cs_cz/reseni/pro-vas-domov.html
35. *Split* [online] Dostupné z: <http://www.klimaservis-zlin.cz/split.htm>
36. Lindab a.s. *Stropní difuzory - výpočet* [online]. Dostupný na WWW: https://www.lindqst.com/airborne/calculator/default.aspx?source=project&project=8258632&products=19020261_&sender=0&room=8376790
37. *Lindab a.s.: stropní jednotky* [online]. Dostupné z: 37. https://www.lindqst.com/airborne/calculator/default.aspx?source=project&project=8258632&products=19020261_&sender=0&room=8376790
38. *Split* [online]. Dostupné z: <https://www.toshiba-aircondition.com/cz/split-amulti-split.html>
39. INDUKČNÍ JEDNOTKY [online]. Dostupné z: <http://indukcni-jednotky.cz/indukcni/kategorie>.
40. *Kazetové fancoily* [online]. Dostupné z: <https://www.hydronix.cz/kazetove-fancoily-skystar-jumbo/>
41. *Teplená izolace Isover* [online].. Dostupné z: <https://www.isover.cz/produkty/orstech-65-hh>
42. *Tlumič Lindab a.s.* [online]. Dostupné z: <https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/PDF/Documentation/ADS/Lindab/Technical/TUNE-PS.pdf?t=1566345703>
43. *Kazetová jednotka* [online] Dostupné z: <https://www.sinclair-solutions.com/cs/produkty/chillery-a-fan-coil-jednotky/ctyrcestne-kazetove-jednotky-4-trubkove/>
44. *Split* [online]. Dostupné z: <https://www.toshiba-aircondition.com/cz/split-amulti-split.html>
45. <https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/Lindab/technical/hvr.pdf?t=1621315843>
46. *Stěnová mřížka* [online]. Dostupné z: https://www.mandik.cz/getattachment/3d0f1aa9-2108-4a15-893f-9d67be956d0a/014_01_cz_SMM.asp
47. *Lindab a.s.-talířové výustky* [online]. Dostupné z: 47. https://www.lindqst.com/airborne/calculator/default.aspx?source=project&project=10974915&products=20918986_&sender=0&room=11105417

48. *Lindab a.s.-talířové výustky* [online]. Dostupné z: https://www.lindqst.com/airborne/calculator/default.aspx?source=project&project=10974915&products=20919341_&sender=0&room=11105417
49. *Parapetní fancoil* [online]. Dostupné z: <https://www.hydronix.cz/parapetni-fancoily-se-salavou-celni-deskou-slr/>
50. *Indukční jednotka* [online].]. Dostupné z: <https://www.minib.cz/cs/blogpost/inovovana-indukcni-jednotka-4fYvCM>

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

CMYK – cyan, magenta, yellow, black, neboli azurová, purpurová, žlutá, černá

DPI – dots per inch / bodů na palec

PPI – pixels per inch / pixelů na palec

PC – personal computer

RGB – red, green, blue neboli červená, zelená, modrá

SZZ – státní závěrečná zkouška

VŠKP – vysokoškolská kvalifikační práce

Fyzikální veličiny

a – zrychlení [m/s^2]

c – koncentrace [ppm]

F – síla [N]

h – výška [m]

m – hmotnost [kg]

n – násobnost výměny vzduchu [h^{-1}]

S – plocha [m^2]

t – čas [s], teplota [$^{\circ}\text{C}$]

v – rychlost [m/s]

V – objemový průtok [m^3/h]

ε – efektivita [-]

P – hustota [kg/m^3]

φ – relativní vlhkost [%]

Indexy

c – škodliviny

i – interiér

o – odvodní / odpadní

p – přívod / pracovní

pdl – podlaha

7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznamy obrázků tabulek a grafů se generují automaticky podle titulků v textu.

Obrázky

Obrázek 1: Kritéria pro navrhování klimatizačních zařízení	6
Obrázek 2: Návrh podle termodynamické úpravy vzduchu	6
Obrázek 3 : Systém ústřední klimatizace[23]	7
Obrázek 4: Systém zónové klimatizace[34]	8
Obrázek 5: Jednokanálová vysokotlaká klimatizace[31]	8
Obrázek 6: Dvoutrubková vysokotlaká klimatizace[31]	9
Obrázek 7: Rozmístění Fan-coilů[25]	10
Obrázek 8: Stropní Fan-coil[41]	11
Obrázek 9: Proudění vzduchu Fan-coilů[41]	11
Obrázek 10: Podparapetní jednotka Fan-coilů[50]	12
Obrázek 11: Děj v indukční jednotce[51]	14
Obrázek 12: Stropní indukční jednotka[51]	14
Obrázek 13: Podparapetní indukční jednotka[40]	14
Obrázek 14: Proudění vzduchu v parapetní jednotce[40]	15
Obrázek 15: Stropní trámy	15
Obrázek 16: proudění vzduchu ve stropní jednotce[40]	16
Obrázek 17 podlahové proudění vzduchu v indukční jednotce[40]	16
Obrázek 18: Podlahová indukční jednotka[40]	16
Obrázek 19: Chladicí stropy-funkce[32]	17
Obrázek 20: Zapojení chladičového systému[36]	18
Obrázek 21: Split systém[36]	19
Obrázek 22: Multi-split systém[26]	19
Obrázek 23: Rozdělení objektu na zóny	22
Obrázek 24: Tepelná zátěž pro supermarket	28
Obrázek 25: Teplená zátěž pro denní místnost	29
Obrázek 26: Průtoky vzduchu	31
Obrázek 27: Tlakové poměry	32
Obrázek 28: Vířivá výust RS14-přívod[37]	33
Obrázek 29: Funkce výustek přívodu -kouř	34
Obrázek 30: Vířivá výust RS15-odvod[38]	34
Obrázek 31: Talířová výustka KI-LINDAB -přívod[48]	35
Obrázek 32: Talířová výustka KSU-LINDAB-odvod[49]	35
Obrázek 33: Stěnová mřížka mezi místnostmi[47]	37
Obrázek 34: Střešní hlavice od firmy Lindab[46]	38
Obrázek 35: Geometrie střešní hlavice[46]	38
Obrázek 36: Stropní Fan-coil[44]	40
Obrázek 37: Schéma na návrh potrubí	41
Obrázek 38: Návrh vzduchotechnické jednotky – Supermarket	44
Obrázek 39: Vzhled vzduchotechnické jednotky - Supermarket	45

Obrázek 40: H-X diagram -supermarket	46
Obrázek 41: Návrh vzduchotechnické jednotky -zázemí pro zaměstnance.....	47
Obrázek 42: Vzhled jednotky pro 2.zařízení	48
Obrázek 43: H-X diagram – zázemí pro zaměstnance.....	49
Obrázek 44: Kulisový tlumič[43]	54
Obrázek 45: Geometrie tlumiče[43]	54
Obrázek 46: Tepelná izolace na potrubí[42].....	59
Obrázek 47: Program Terun výpočet kondenzace.....	59
Obrázek 48: Funkční schéma pro 1. zařízení.....	69
Obrázek 49: Funkční schéma 2. zařízení	70
Tabulka 1: Skladba podlahy	24
Tabulka 2: Skladba stropní konstrukce	24
Tabulka 3: Skladba vnější stěnové konstrukce.....	25
Tabulka 4: Skladba vnitřní stěny	25
Tabulka 5: Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – Supermarket.....	26
Tabulka 6: Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěných místností – Supermarket	26
Tabulka 7: Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – Supermarket.....	26
Tabulka 8: Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – Denní místnosti	27
Tabulka 9: Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěných místností – Denní místnost.....	27
Tabulka 10: Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – Denní místnost	27
Tabulka 11: Počet distribučních prvků.....	35
Tabulka 12: Počet distribučních prvku pro zařízení číslo 2	36
Tabulka 14: Návrh střešní hlavice	37
Tabulka 15 : Potrubí odvodní – supermarket	42
Tabulka 16: Potrubí přívod – supermarket.....	42
Tabulka 17: Potrubí přívod – zázemí pro zaměstnance	43
Tabulka 18: Potrubí odvod – zázemí pro zaměstnance	43
Tabulka 19 - útlum hluku supermarket přívod	50
Tabulka 20: Odvod vzduchu ze supermarketu.....	51
Tabulka 21: Odvod vzduchu z jednotky supermarketu	52
Tabulka 22: Přívod vzduchu do jednotky supermarket	53
Tabulka 23: Odvod vzduchu do místností.....	55
Tabulka 24: Přívod vzduchu do místností	56
Tabulka 25: Přívod vzduchu do jednotky	57
Tabulka 26: Odvod vzduchu z jednotky	58
Tabulka 27: Vnitřní výpočtové hodnoty.....	62
Tabulka 28- Specifikace prvků-Supermarket	67
Tabulka 29: Specifikace prvků – Zázemí pro zaměstnance.....	68

PŘÍLOHY

Výkresy:

- Půdorys VZT potrubí
- Řezy A-A, B-B,
- Řezy C-C,D-D

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VYSOKOŠKOLSKÉ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28. 5. 2021

Jana Velísková